



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E AMBIENTE
Núcleo de Águas Subterrâneas

Proc. 0607/14/17372

ÁGUA, ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS E ACTIVIDADE HUMANA – PROJECTO PROWATERMAN

Referência do projeto n.º PTDC/AAC-AMB/105061/2008

Quinto relatório temático – Estimativa da recarga
e do escoamento direto na área de drenagem do sistema
aquífero Querença-Silves

Lisboa • junho de 2012

I&D HIDRÁULICA E AMBIENTE

RELATÓRIO 180/2012 – DHA/NAS

Financiamento

FCT Fundação para a Ciência e a Tecnologia

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR

ÁGUA, ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS E ACTIVIDADE HUMANA – PROJETO PROWATERMAN

Referência do projeto n.º PTDC/AAC-AMB/105061/2008

Quinto relatório temático – Estimativa da recarga e do escoamento direto na área de drenagem do sistema aquífero Querença-Silves

Resumo

A gestão de um sistema aquífero e a definição da sustentabilidade da sua exploração exige o melhor conhecimento possível das disponibilidades hídricas subterrâneas. Estas são função da recarga do sistema aquífero, que pode ser direta, por infiltração da água da chuva que cai diretamente sobre a área aflorante do sistema aquífero, ou indireta, ou alóctone, quando resulta da infiltração de água da chuva precipitada fora da área de afloramento do sistema aquífero transportada para a área de afloramento do sistema através do escoamento direto ou através de cursos de água superficial. Assim, interessa definir a área de drenagem do sistema aquífero.

No caso de estudo do sistema aquífero Querença-Silves, fez-se a aplicação do método de decomposição dos hidrogramas de escoamento (método DECHIDR) à totalidade das áreas das sub-bacias hidrográficas que intersectam o sistema aquífero (a montante das estações hidrométricas de Ponte Mesquita, Purgatório e Quinta da Passagem), e, para as mesmas áreas, correu-se o modelo de balanço hídrico sequencial diário (modelo BALSEQ_MOD), apresentando-se os resultados deste modelo agregados por sub-bacia hidrográfica (as três referidas mais outras quatro sub-bacias que se desenvolvem na parte montante dessas três: Rotunda A2, Ponte de Querença, Ribeira do rio Seco e Quinta do Freixo), e discriminados pelas áreas de drenagem exteriores e pelas áreas de ocorrência do sistema aquífero.

Para o cálculo da recarga alóctone considerou-se que a totalidade da recarga direta calculada fora do sistema aquífero e do escoamento direto aí gerado se infiltram quando o escoamento superficial daí proveniente entra na área do sistema aquífero, o que pode sobrestimar um pouco os valores de recarga. Os resultados obtidos permitem estimar uma recarga anual média de 39 hm³/ano na área de drenagem do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica de Ponte Mesquita, dos quais 8 hm³/ano são recarga alóctone, e uma recarga anual média de 100 hm³/ano na área de drenagem do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica do Purgatório, dos quais 54 hm³/ano (mais de 50%) são recarga alóctone.

Realça-se assim a importância da consideração da área de drenagem do sistema aquífero, contribuindo com água para a recarga do mesmo, constituindo-se como um elemento indispensável para a gestão do sistema aquífero.

WATER, AQUATIC ECOSYSTEMS AND HUMAN ACTIVITY – PROJECT PROWATERMAN

Project reference nr. PTDC/AAC-AMB/105061/2008

**5th Thematic report – Recharge and direct runoff assessment of Querença-Silves
aquifer system catchment area**

Abstract

Aquifer system management and definition of exploitation sustainability requires the best knowledge of groundwater resources availability. These are function of the recharge of the aquifer system, that can be direct, by infiltration of rain water that falls directly in the outcrop area of the aquifer system, or may be indirect, or allogenic, when it results from infiltration of rainfall water occurring outside the aquifer system but that flows into the aquifer system by direct runoff or surface flow. Thus the catchment area of the aquifer system must be defined.

In the case study of the Querença-Silves aquifer system, the surface flow separation method (DECHIDR method) was applied to the totality of the catchment areas that intersect the aquifer system (upstream the surface flow measurement stations of Ponte Mesquita, Purgatório and Quinta da Passagem). For the same areas, the daily sequential water balance model (BALSEQ_MOD model) was applied, the results of this model being presented aggregated by catchment area (the three above mentioned plus other four sub-catchments that develop upstream: Rotunda A2, Ponte de Querença, Ribeira do rio Seco and Quinta do Freixo). These results are also differentiated between the aquifer system outcrop part and the part of the catchment external to the aquifer system.

For the allogenic recharge estimation, it was assumed that all the groundwater recharge and direct runoff generated outside the aquifer system infiltrate in the aquifer system when the correspondent surface flow enter its outcrop area. Despite this assumption may overestimate the recharge values, an average yearly recharge of 39 hm³/year is calculated for the Querença-Silves aquifer system catchment area upgradient Ponte Mesquita surface flow measurement station, among which 8 hm³/year are allogenic recharge; and an average yearly recharge value of 100 hm³/year is calculated for the Querença-Silves aquifer system catchment area, upgradient Purgatório surface flow measurement station, among which 54 hm³/year (more than 50%) are allogenic recharge.

Thus, the importance of the aquifer system catchment area, contributing with a considerable amount of water that recharges it, is emphasized, and constitutes an essential element in the aquifer system management.

EAU, ECOSYSTEMES AQUATIQUES ET ACTIVITEE HUMAINE – PROJET PROWATERMAN

N ° de référence du projet : PTDC/AAC-AMB/105061/2008

**5ème rapport thématique – Evaluation de la recharge et de l'écoulement direct
dans la zone de captage du système aquifère Querença-Silves**

Sommaire

La gestion d'un système aquifère et la définition de l'exploitation écologiquement viable exige la meilleure connaissance de la disponibilité des ressources en eaux souterraines. Ce sont fonction de la recharge du système aquifère, qui peut être directe, par l'infiltration des eaux de pluie qui tombe directement dans la zone d'affleurement du système aquifère, ou peut être indirecte, ou alogenic, où elle résulte de l'infiltration de l'eau de pluie survenant en dehors du système aquifère, mais qui coule vers le système aquifère par écoulement direct ou écoulement de surface. Ainsi, la zone de captage du système aquifère doit être définie.

Dans l'étude de cas du système aquifère Querença-Silves, la méthode de la séparation de l'écoulement de surface (méthode DECHIDR) a été appliqué à la totalité des bassins versants qui coupent le système aquifère (en amont des stations de mesure de l'écoulement de surface de Ponte Mesquita, Purgatório et Quinta da Passagem). Pour les mêmes secteurs, le modèle de bilan hydrique séquentiel quotidienne (modèle BALSEQ_MOD) a été appliqué, les résultats de ce modèle étant présenté agrégées par zone de captage (les trois mentionnés ci-dessus ainsi que les quatre autres sous-bassins qui se développent en amont: A2 Rotunda, Ponte de Querença, Ribeira do Rio Seco et Quinta do Freixo). Ces résultats sont également fournies séparément pour la partie affleurent du système aquifère et pour la partie du bassin versant externe au système aquifère.

Pour l'estimation de la recharge alogenic, il a été supposé que toute la recharge des eaux souterraines et de l'écoulement direct généré en dehors du système aquifère s'infiltré dans le système aquifère lorsque l'écoulement de surface correspondant entre dans sa zone d'affleurement. Malgré cette hypothèse peut surestimer les valeurs de recharge, une recharge annuelle moyenne de 39 hm³/an est calculé pour la zone de captage du système aquifère Querença-Silves en amont de la station de mesure de l'écoulement de surface de Ponte Mesquita, dont 8 hm³/an sont recharge alogenic, et une recharge annuelle moyenne de 100 hm³/an est calculé pour la zone de captage du système aquifère Querença-Silves en amont de la station de mesure de l'écoulement de surface de Purgatório, dont 54 hm³/an (plus de 50%) sont recharge alogenic.

Ainsi, il est souligné l'importance de la zone de captage d'un système aquifère, qui contribue avec une quantité considérable d'eau pour sa recharge, et constitue un élément essentiel dans la gestion du système aquifère.

AGRADECIMENTOS

À Eng.^a Núria Salvador, bolsista do projeto ProWaterMan contratada pela Universidade do Algarve, pela interação havida quanto às corridas dos modelos e pela preparação da informação necessária para a corrida do método da decomposição dos hidrogramas de escoamento superficial relativamente às estações hidrométricas, aos postos udométricos e às áreas das sub-bacias hidrográficas.

À ARH-Algarve por ter providenciado informação das estações hidrométricas.

ÍNDICE DO TEXTO

1	INTRODUÇÃO	1
2	METODOLOGIAS DE CÁLCULO DO BALANÇO HÍDRICO	3
2.1	BALANÇO HÍDRICO SEQUENCIAL DIÁRIO	3
2.1.1	INTRODUÇÃO AO MODELO	3
2.1.2	MODELAÇÃO DA INFILTRAÇÃO SUPERFICIAL	4
2.1.3	MODELAÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO	6
2.1.4	MODELAÇÃO DA VARIAÇÃO DO ARMAZENAMENTO DE ÁGUA NO SOLO E DA INFILTRAÇÃO PROFUNDA 11	
2.2	DECOMPOSIÇÃO DE HIDROGRAMAS DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL	13
2.2.1	INTRODUÇÃO	13
2.2.2	DESCRIÇÃO DO MÉTODO.....	16
2.2.3	VANTAGENS E DESVANTAGENS.....	23
3	INFORMAÇÃO DE BASE UTILIZADA PARA A CORRIDA DOS MODELOS	24
3.1	SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS COM MONITORIZAÇÃO DE NÍVEIS HIDROMÉTRICOS.....	24
3.2	MODELAÇÃO DO BALANÇO HÍDRICO SEQUENCIAL DIÁRIO.....	25
4	SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS A MONTANTE DA ESTAÇÃO HIDROMÉTRICA 30G/08H – PONTE MESQUITA	31
4.1	ÁREA DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DA ESTAÇÃO HIDROMÉTRICA 30G/08H – PONTE MESQUITA	31
4.1.1	LOCALIZAÇÃO	31
4.1.2	DECOMPOSIÇÃO DO HIDROGRAMA DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL	31
4.1.3	MODELO DE BALANÇO HÍDRICO SEQUENCIAL DIÁRIO	36
4.1.3.1	Área total da sub-bacia hidrográfica	36
4.1.3.2	Área de drenagem exterior norte do sistema aquífero Querença-Silves	41
4.1.3.3	Área de drenagem exterior sul do sistema aquífero Querença-Silves.....	42
4.1.3.4	Área do sistema aquífero Querença-Silves	43
4.2	ÁREA DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DA ESTAÇÃO HIDROMÉTRICA 31H/01HA – ROTUNDA A2	45
4.2.1	LOCALIZAÇÃO	45
4.2.2	MODELO DE BALANÇO HÍDRICO SEQUENCIAL DIÁRIO	45
4.2.2.1	Área total da sub-bacia hidrográfica	45
4.2.2.2	Área de drenagem exterior do sistema aquífero Querença-Silves	46
4.2.2.3	Área do sistema aquífero Querença-Silves	47
5	SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS A MONTANTE DA ESTAÇÃO HIDROMÉTRICA 30H/02HA – PURGATÓRIO	49
5.1	ÁREA DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DA ESTAÇÃO HIDROMÉTRICA 30H/02HA – PURGATÓRIO.....	49
5.1.1	LOCALIZAÇÃO	49
5.1.2	DECOMPOSIÇÃO DO HIDROGRAMA DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL	49
5.1.3	MODELO DE BALANÇO HÍDRICO SEQUENCIAL DIÁRIO	53
5.1.3.1	Área total da sub-bacia hidrográfica	53
5.1.3.2	Área de drenagem exterior do sistema aquífero Querença-Silves	58
5.1.3.3	Área do sistema aquífero Querença-Silves	59
5.2	ÁREA DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DA ESTAÇÃO HIDROMÉTRICA 30I/04HA – QUINTA DO FREIXO61	

5.2.1	LOCALIZAÇÃO	61
5.2.2	MODELO DE BALANÇO HÍDRICO SEQUENCIAL DIÁRIO	61
5.3	ÁREA DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DA ESTAÇÃO HIDROMÉTRICA 30J/01HA – PONTE QUERENÇA	63
5.3.1	LOCALIZAÇÃO	63
5.3.2	MODELO DE BALANÇO HÍDRICO SEQUENCIAL DIÁRIO	63
5.3.2.1	Área total da sub-bacia hidrográfica	63
5.3.2.2	Área de drenagem exterior do sistema aquífero Querença-Silves	64
5.3.2.3	Área do sistema aquífero Querença-Silves	65
5.4	SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS A MONTANTE DA ESTAÇÃO HIDROMÉTRICA 30I/05HA – QUINTA DA PASSAGEM	67
5.4.1	ÁREA DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DA ESTAÇÃO HIDROMÉTRICA 30I/05HA – QUINTA DA PASSAGEM	67
5.4.1.1	Localização.....	67
5.4.1.2	Decomposição do hidrograma de escoamento superficial	67
5.4.1.3	Modelo de balanço hídrico sequencial diário	72
5.4.1.3.1	Área total da sub-bacia hidrográfica	72
5.4.1.3.2	Área de drenagem exterior do sistema aquífero Querença-Silves	75
5.4.1.3.3	Área do sistema aquífero Querença-Silves	76
5.4.2	ÁREA DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DA ESTAÇÃO HIDROMÉTRICA 30I/02HA – PONTE RIBEIRA DO RIO SECO	78
5.4.2.1	Localização.....	78
5.4.2.2	Modelo de balanço hídrico sequencial diário.....	78
6	CONCLUSÕES	80
	BIBLIOGRAFIA	86
	ANEXO – VALORES MENSAIS RESULTANTES DA APLICAÇÃO DO MODELO DE BALANÇO HÍDRICO SEQUENCIAL DIÁRIO BALSEQ_MOD ÀS ÁREAS DE DRENAGEM DO SISTEMA AQUÍFERO QUERENÇA-SILVES PERTENCENTES ÀS SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS DEFINIDAS A MONTANTE DAS ESTAÇÕES HIDROMÉTRICAS DE PONTE MESQUITA E DO PURGATÓRIO	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Conceptualização do processo de recarga no modelo de balanço hídrico sequencial diário .	3
Figura 2 – Diagrama triangular para a classificação da textura do solo utilizando os limites da classificação portuguesa (adaptado de SROA, 1970, in Oliveira, 2004, 2006).....	5
Figura 3 – Situações consideradas durante o balanço hídrico para o caso do aumento da fração ocupada por um determinado coberto vegetal ou da espessura do solo sujeita a evapotranspiração.	9
Figura 4 – Termos representados no cálculo da infiltração profunda quando se utiliza o coeficiente cultural dual para o cálculo da evapotranspiração	12
Figura 5 – Localização das estações hidrométricas que monitorizam águas superficiais relacionadas com o sistema aquífero Querença-Silves	24
Figura 6 – Sub-bacias hidrográficas e identificação dos modelos aplicados com indicação entre parêntesis da agregação espacial dos resultados mensais	26
Figura 7 – Carta de ocupação do solo na área abrangida pelas sub-bacias hidrográficas em estudo ..	28
Figura 8 – Sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita com indicação da área de afloramento do sistema aquífero Querença-Silves.....	31
Figura 9 – Resultados da decomposição do hidrograma de escoamento superficial na estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita.....	33
Figura 10 – Distribuição do escoamento de base diário estimado na estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita.....	33
Figura 11 – Regressões lineares das diversas formas do escoamento superficial com a precipitação na estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita	34
Figura 12 – Decomposição da precipitação anual nas diversas componentes do balanço hídrico (estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita)	35
Figura 13 – Recarga anual média da sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita.....	36
Figura 14 – Escoamento direto anual médio da sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita.....	37
Figura 15 – Evapotranspiração real anual média da sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita.....	38
Figura 16 – Distribuição dos valores dos processos considerados no balanço hídrico da sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita	39
Figura 17 – Regressões lineares (polinomiais grau 2) da recarga anual, escoamento direto anual e ETR anual com a precipitação anual para a área da sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita (resultados do modelo BALSEQ_MOD).....	40
Figura 18 – Separação da precipitação anual nas diversas componentes do balanço hídrico (área da sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita – resultados do modelo BALSEQ_MOD).....	40
Figura 19 – Distribuição dos valores dos processos considerados no balanço hídrico da área de drenagem exterior norte do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita.....	41
Figura 20 – Distribuição dos valores dos processos considerados no balanço hídrico da área de drenagem exterior sul do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita.....	42
Figura 21 – Distribuição dos valores dos processos considerados no balanço hídrico da área do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita	44
Figura 22 – Sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 31H/01HA – Rotunda A2 com indicação da área de afloramento do sistema aquífero Querença-Silves.....	45

Figura 23 – Distribuição dos valores dos processos considerados no balanço hídrico da sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 31H/01HA – Rotunda A2.....	46
Figura 24 – Distribuição dos valores dos processos considerados no balanço hídrico da área de drenagem exterior do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 31H/01HA – Rotunda A2	47
Figura 25 – Distribuição dos valores dos processos considerados no balanço hídrico da área do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 31H/01HA – Rotunda A2.....	48
Figura 26 – Sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30H/02HA – Purgatório com indicação da área de afloramento do sistema aquífero Querença-Silves.....	49
Figura 27 – Resultados da decomposição do hidrograma de escoamento superficial na estação hidrométrica 30H/02HA – Purgatório	51
Figura 28 – Distribuição do escoamento de base diário estimado na estação hidrométrica do 30H/02HA – Purgatório	51
Figura 29 – Regressões lineares das diversas formas do escoamento superficial com a precipitação na estação hidrométrica 30H/02HA – Purgatório.....	52
Figura 30 – Decomposição da precipitação anual nas diversas componentes do balanço hídrico (estação hidrométrica 30H/02HA – Purgatório)	52
Figura 31 – Recarga anual média na área da sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30H/02HA – Purgatório	54
Figura 32 – Escoamento direto anual médio na área da sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30H/02HA – Purgatório	54
Figura 33 – Evapotranspiração real anual média na área da sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30H/02HA – Purgatório.....	55
Figura 34 – Distribuição dos valores dos processos considerados no balanço hídrico da sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30H/02HA – Purgatório	56
Figura 35 – Regressões lineares (polinomiais grau 2) da recarga anual, escoamento direto anual e ETR anual com a precipitação anual para a área da sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30H/02HA – Purgatório (resultados do modelo BALSEQ_MOD)	57
Figura 36 – Separação da precipitação anual nas diversas componentes do balanço hídrico (área da sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30H/02HA – Purgatório – resultados do modelo BALSEQ_MOD)	57
Figura 37 – Distribuição dos valores dos processos considerados no balanço hídrico da área de drenagem exterior do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30H/02HA – Purgatório.....	58
Figura 38 – Distribuição dos valores dos processos considerados no balanço hídrico da área do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30H/02HA – Purgatório.....	59
Figura 39 – Sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30I/04HA – Quinta do Freixo com indicação da área de afloramento do sistema aquífero Querença-Silves	61
Figura 40 – Distribuição dos valores dos processos considerados no balanço hídrico da sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30I/04HA – Quinta do Freixo	62
Figura 41 – Sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30J/01HA – Ponte Querença com indicação da área de afloramento do sistema aquífero Querença-Silves	63
Figura 42 – Distribuição dos valores dos processos considerados no balanço hídrico da sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30J/01HA – Ponte Querença	64
Figura 43 – Distribuição dos valores dos processos considerados no balanço hídrico na área de drenagem exterior do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30J/01HA – Ponte Querença	65

Figura 44 – Distribuição dos valores dos processos considerados no balanço hídrico na área do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30J/01HA – Ponte Querença	66
Figura 45 – Sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30I/05HA – Quinta da Passagem com indicação da área de afloramento do sistema aquífero Querença-Silves	67
Figura 46 – Resultados da decomposição do hidrograma de escoamento superficial na estação hidrométrica 30I/05HA – Quinta da Passagem.....	69
Figura 47 – Distribuição do escoamento de base diário estimado na estação hidrométrica 30I/05HA – Quinta da Passagem	69
Figura 48 – Caudais registados nas nascentes 597/112-Fonte Benémola e 588/7 (origem dos dados: SNIRH, dados extraídos em 09 de maio de 2012)	70
Figura 49 – Regressões lineares das diversas formas do escoamento superficial com a precipitação na estação hidrométrica 30I/05HA – Quinta da Passagem	71
Figura 50 – Decomposição da precipitação anual nas diversas componentes do balanço hídrico (estação hidrométrica 30I/05HA – Quinta da Passagem).....	72
Figura 51 – Distribuição dos valores dos processos considerados no balanço hídrico da sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30I/05HA – Quinta da Passagem.....	73
Figura 52 – Regressões lineares (polinomiais grau 2) da recarga anual, escoamento direto anual e ETR anual com a precipitação anual para a área da sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30I/05HA – Quinta da Passagem (resultados do modelo BALSEQ_MOD).....	74
Figura 53 – Separação da precipitação anual nas diversas componentes do balanço hídrico (área da sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30I/05HA – Quinta da Passagem – resultados do modelo BALSEQ_MOD).....	74
Figura 54 – Distribuição dos valores dos processos considerados no balanço hídrico na área de drenagem exterior do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30I/05HA – Quinta da Passagem.....	75
Figura 55 – Distribuição dos valores dos processos considerados no balanço hídrico na área do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30I/05HA – Quinta da Passagem.....	76
Figura 56 – Sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30I/02HA – Ponte ribeira do rio Seco com indicação da área de afloramento do sistema aquífero Querença-Silves	78
Figura 57 – Distribuição dos valores dos processos considerados no balanço hídrico da sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30I/02HA – Ponte ribeira do rio Seco	79
Figura 58 – Representação esquemática dos processos de recarga, descarga, escoamento direto e escoamento de base em relação à sub-bacia hidrográfica e ao sistema aquífero, sem área de drenagem externa ao sistema aquífero	82
Figura 59 – Representação esquemática dos processos de recarga, descarga, escoamento direto, escoamento de base e escoamento superficial em relação à sub-bacia hidrográfica e ao sistema aquífero, considerando área de drenagem externa ao sistema aquífero	83

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Relação entre I_s e P para os casos em que $P > P_{lim}$, em função da textura do solo e do teor de humidade inicial.....	6
Quadro 2 – Dias utilizados no cálculo do coeficiente de esgotamento (α) no caso de não ocorrer precipitação	20
Quadro 3 – Estações hidrométricas e períodos de monitorização referenciados no SNIRH	24
Quadro 4 – Estações hidrométricas, períodos de monitorização e séries de precipitação	25
Quadro 5 – Parâmetros característicos do solo	29
Quadro 6 – Ocupação do solo segundo o CORINE Land Cover 2006 e parâmetros caracterizadores da ocupação	30
Quadro 7 – Decomposição do escoamento superficial diário registado na estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita – dados mensais (unidades mm/mês)	32
Quadro 8 – Decomposição do escoamento superficial diário registado na estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita – dados anuais (unidades mm/ano).....	33
Quadro 9 – Balanço hídrico sequencial diário da área da sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita – dados anuais (unidades mm/ano).....	39
Quadro 10 – Balanço hídrico sequencial diário da área de drenagem exterior norte do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita – dados anuais (unidades mm/ano)	41
Quadro 11 – Balanço hídrico sequencial diário da área de drenagem exterior sul do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita – dados anuais (unidades mm/ano)	43
Quadro 12 – Balanço hídrico sequencial diário da área do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita – dados anuais (unidades mm/ano)	44
Quadro 13 – Balanço hídrico sequencial diário da área da sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 31H/01HA – Rotunda A2 – dados anuais (unidades mm/ano).....	46
Quadro 14 – Balanço hídrico sequencial diário da área de drenagem exterior do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 31H/01HA – Rotunda A2 – dados anuais (unidades mm/ano).....	47
Quadro 15 – Balanço hídrico sequencial diário da área do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 31H/01HA – Rotunda A2 – dados anuais (unidades mm/ano)	48
Quadro 16 – Decomposição do escoamento superficial diário registado na estação hidrométrica 30H/02HA – Purgatório – dados mensais (unidades mm/mês)	50
Quadro 17 – Decomposição do escoamento superficial diário registado na estação hidrométrica 30H/02HA – Purgatório – dados anuais (unidades mm/ano).....	50
Quadro 18 – Comparação dos resultados das decomposições dos escoamentos superficiais diários registados nas estações hidrométricas 30I/05HA – Quinta Passagem e 30H/02HA – Purgatório – médias dos anos hidrológicos 2005/06 e 2006/07	53
Quadro 19 – Balanço hídrico sequencial diário da área da sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30H/02HA – Purgatório – dados anuais (unidades mm/ano)	56
Quadro 20 – Balanço hídrico sequencial diário da área de drenagem exterior do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30H/02HA – Purgatório – dados anuais (unidades mm/ano)	59
Quadro 21 – Balanço hídrico sequencial diário da área do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30H/02HA – Purgatório – dados anuais (unidades mm/ano)	60

Quadro 22 – Balanço hídrico sequencial diário da área da sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30I/04HA – Quinta do Freixo – dados anuais (unidades mm/ano).....	62
Quadro 23 – Balanço hídrico sequencial diário da área da sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30J/01HA – Ponte Querença – dados anuais (unidades mm/ano)	64
Quadro 24 – Balanço hídrico sequencial diário da área de drenagem exterior do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30J/01HA – Ponte Querença – dados anuais (unidades mm/ano).....	65
Quadro 25 – Balanço hídrico sequencial diário da área do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30J/01HA – Ponte Querença – dados anuais (unidades mm/ano).....	66
Quadro 26 – Decomposição do escoamento superficial diário registado na estação hidrométrica 30I/05HA – Quinta da Passagem – dados mensais (unidades mm/mês).....	68
Quadro 27 – Decomposição do escoamento superficial diário registado na estação hidrométrica 30I/05HA – Quinta da Passagem – dados anuais (unidades mm/ano).....	68
Quadro 28 – Balanço hídrico sequencial diário da área da sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30I/05HA – Quinta da Passagem – dados anuais (unidades mm/ano).....	73
Quadro 29 – Balanço hídrico sequencial diário da área de drenagem exterior do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30I/05HA – Quinta da Passagem – dados anuais (unidades mm/ano).....	76
Quadro 30 – Balanço hídrico sequencial diário da área do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30I/05HA – Quinta da Passagem – dados anuais (unidades mm/ano).....	77
Quadro 31 – Balanço hídrico sequencial diário da sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30I/02HA – Ponte ribeira do rio Seco – dados anuais (unidades mm/ano).....	79
Quadro 32 – Síntese dos valores anuais médios por processo do ciclo hidrológico modelado, comparando os valores obtidos pelas metodologias DECHIDR e BALSEQ_MOD.....	81
Quadro 33 – Estimativa da recarga nas áreas de drenagem do sistema aquífero Querença-Silves pertencentes às sub-bacias hidrográficas de Ponte Mesquita e Purgatório	83
Quadro 33 – Balanço hídrico sequencial diário da área da sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita – dados mensais (unidades mm/mês)	91
Quadro 34 – Balanço hídrico sequencial diário da área de drenagem exterior norte do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita – dados mensais (unidades mm/mês).....	92
Quadro 35 – Balanço hídrico sequencial diário da área de drenagem exterior sul do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita – dados mensais (unidades mm/mês).....	93
Quadro 36 – Balanço hídrico sequencial diário da área do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita – dados mensais (unidades mm/mês).....	94
Quadro 37 – Balanço hídrico sequencial diário da área da sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 31H/01HA – Rotunda A2 – dados mensais (unidades mm/mês)	95
Quadro 38 – Balanço hídrico sequencial diário da área de drenagem exterior do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 31H/01HA – Rotunda A2 – dados mensais (unidades mm/mês)	96
Quadro 39 – Balanço hídrico sequencial diário da área do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 31H/01HA – Rotunda A2 – dados mensais (unidades mm/mês).....	97
Quadro 40 – Balanço hídrico sequencial diário da área da sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30H/02HA – Purgatório – dados mensais (unidades mm/mês).....	98

Quadro 41 – Balanço hídrico sequencial diário da área de drenagem exterior do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30H/02HA – Purgatório – dados mensais (unidades mm/mês).....	99
Quadro 42 – Balanço hídrico sequencial diário da área do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30H/02HA – Purgatório – dados mensais (unidades mm/mês).....	100
Quadro 43 – Balanço hídrico sequencial diário da área da sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30I/04HA – Quinta do Freixo – dados mensais (unidades mm/mês)	101
Quadro 44 – Balanço hídrico sequencial diário da área da sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30J/01HA – Ponte Querença – dados mensais (unidades mm/mês).....	102
Quadro 45 – Balanço hídrico sequencial diário da área de drenagem exterior do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30J/01HA – Ponte Querença – dados mensais (unidades mm/mês)	103
Quadro 46 – Balanço hídrico sequencial diário da área do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30J/01HA – Ponte Querença – dados mensais (unidades mm/mês)	104
Quadro 47 – Balanço hídrico sequencial diário da área da sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30I/05HA – Quinta da Passagem – dados mensais (unidades mm/mês)	105
Quadro 48 – Balanço hídrico sequencial diário da área de drenagem exterior do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30I/05HA – Quinta da Passagem – dados mensais (unidades mm/mês)	106
Quadro 49 – Balanço hídrico sequencial diário da área do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30I/05HA – Quinta da Passagem – dados mensais (unidades mm/mês)	107
Quadro 50 – Balanço hídrico sequencial diário da área da sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30I/02HA – Ponte ribeira do rio Seco – dados mensais (unidades mm/mês)	108

ÁGUA, ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS E ACTIVIDADE HUMANA – PROJECTO PROWATERMAN

Referência do projeto n.º PTDC/AAC-AMB/105061/2008

Quinto relatório temático – Estimativa da recarga e do escoamento direto na área de drenagem do sistema aquífero Querença-Silves

1 Introdução

A gestão de um sistema aquífero e a definição da sustentabilidade da sua exploração exige o melhor conhecimento possível das disponibilidades hídricas subterrâneas. Estas são função da recarga do sistema aquífero, que pode ser direta, por infiltração da água da chuva que cai diretamente sobre a área aflorante do sistema aquífero, ou indireta, ou alóctone, quando resulta da infiltração de água da chuva precipitada fora da área de afloramento do sistema aquífero transportada para a área de afloramento do sistema através do escoamento direto ou através de cursos de água superficial. São também função das relações naturais existentes entre o sistema aquífero e os cursos de água superficial, podendo estas relações serem alteradas no caso de haver exploração de águas subterrâneas ou de águas superficiais.

Em muitos casos, as relações naturais predominantes entre o sistema aquífero e os cursos de água superficial têm apenas um sentido, funcionando os cursos de águas superficiais como elementos drenantes dos sistemas aquíferos (cursos de água efluentes).

Contudo, em regiões cársicas, as relações meio superficial / meio subterrâneo são muito complexas e os cursos de água superficial funcionam, dependendo dos troços e das alturas hidrométricas, ora como efluentes ora como influentes. Esta situação tem sido descrita por diversos autores para o caso concreto, alvo deste estudo, do sistema aquífero Querença-Silves, principalmente nos casos da ribeira de Quarteira (Monteiro *et al.*, 2007, Reis *et al.*, 2007, Salvador *et al.*, 2012).

Assim, neste caso em estudo, para além da recarga direta que ocorre no sistema, com valores apresentados por vários autores [Costa (1983, *in* Almeida *et al.*, 2000), Costa *et al.* (1985, *in* Almeida *et al.*, 2000), Rodrigues (1990, *in* Almeida *et al.*, 2000), Almeida *et al.* (2000), Vieira e Monteiro (2003), Oliveira *et al.* (2008), Oliveira *et al.* (2011)], há que considerar outros dois processos de recarga indireta, ou alóctone, que ocorrem devido à precipitação na área de drenagem do sistema aquífero Querença-Silves: (1) as vertentes que circundam o sistema aquífero onde há formação de escoamento direto que acaba por se infiltrar quando atinge o sistema aquífero; (2) toda a área das bacias

hidrográficas a montante do sistema aquífero cuja água de escoamento superficial se pode infiltrar quando atravessam o sistema aquífero.

Assim, o cálculo das disponibilidades hídricas subterrâneas passa parcialmente pelo cálculo da quantidade de água gerada fora do sistema aquífero mas que para ele é conduzida podendo infiltrar-se (área de drenagem do sistema aquífero).

Este relatório apresenta informação de base utilizada no trabalho de Salvador *et al.* (2012), onde se avalia a interação entre águas subterrâneas e águas superficiais do sistema aquífero Querença-Silves, tendo como objetivo final a gestão integrada dos recursos hídricos.

Oliveira *et al.* (2011) apresentaram a metodologia para o cálculo do balanço hídrico diário através do modelo BALSEQ_MOD, tendo feito a sua aplicação à área de ocorrência do sistema aquífero Querença-Silves. Igualmente nesse trabalho foram apresentados os resultados da modelação da recarga e do escoamento direto na bacia hidrográfica do rio Arade, contígua ao sistema aquífero mas com uma ligação muito reduzida com este, numa área muito exígua, situada na parte mais ocidental do sistema, coincidente com a sua principal área de descarga.

No atual relatório apresenta-se a estimativa da recarga e do escoamento direto em toda a área de drenagem do sistema aquífero Querença-Silves. Esta área de drenagem é composta pela área de afloramento do sistema aquífero e pela área exterior a este mas cujo escoamento superficial se faz para dentro do sistema aquífero, podendo infiltrar-se.

A estimativa do escoamento apresentado no presente relatório é desenvolvida tendo em conta duas metodologias: a metodologia do cálculo do balanço hídrico sequencial diário a nível do solo (BALSEQ_MOD) e o método de decomposição de hidrogramas de escoamento superficial (DecHidr_VB).

A metodologia de cálculo BALSEQ_MOD é aplicável à totalidade da área de drenagem do sistema aquífero. Já a metodologia DecHidr_VB é aplicável apenas para as sub-bacias hidrográficas a montante das secções onde existem registos hidrométricos e abrange toda a área das sub-bacias.

Dado que para a aplicação da metodologia DecHidr_VB se utilizam registos de estações hidrométricas cujas sub-bacias hidrográficas que se desenvolvem a montante abrangem áreas do sistema aquífero, para permitir a comparação de resultados, neste relatório, apresentam-se para essas mesmas áreas também os resultados do modelo BALSEQ_MOD já determinados em Oliveira *et al.* (2011). São também apresentados os resultados de uma forma mais desagregada no tempo – valores mensais.

2 Metodologias de cálculo do balanço hídrico

2.1 Balanço hídrico sequencial diário

2.1.1 Introdução ao modelo

A recarga de águas subterrâneas foi calculada utilizando procedimentos que modelam de uma forma sequencial diária (Figura 1) a precipitação, a infiltração no solo, o aumento do armazenamento no solo devido a essa infiltração, o escoamento direto que se produz por a capacidade de infiltração do solo ser inferior à precipitação, a evapotranspiração da água do solo e a água que se infiltra abaixo da base do solo (infiltração profunda) quando o teor de humidade do solo é superior ao valor da sua capacidade de campo e a água drena por ação da gravidade. A água de infiltração profunda é utilizada como um estimador da recarga da zona saturada mais próxima da superfície.

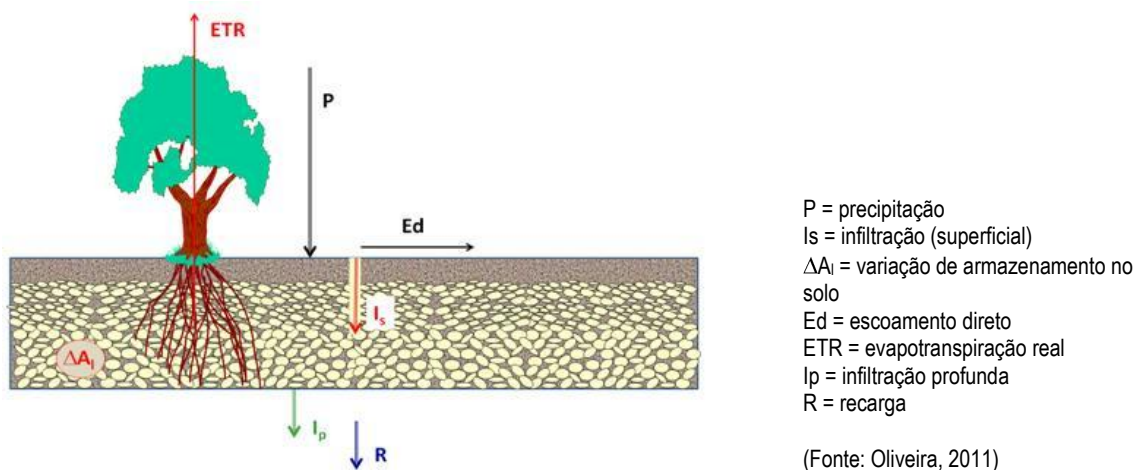


Figura 1 – Conceptualização do processo de recarga no modelo de balanço hídrico sequencial diário

Estes procedimentos foram implementados, no LNEC, em modelos de balanço hídrico sequencial diário. Dois destes modelos são o BALSEQ, desenvolvido por Lobo Ferreira (1981, 1982), e uma atualização deste modelo, o BALSEQ_MOD, desenvolvido por Oliveira (2004, 2006).

Para a determinação da recarga da área em estudo utilizou-se o modelo numérico BALSEQ_MOD (BALAnço SEQUencial – MODelos).

Considerando um volume de controlo vertical cujo limite horizontal superior e inferior é o da área em estudo e a espessura é a espessura do solo sujeita a evapotranspiração, o modelo BALSEQ_MOD assume as seguintes características:

- A única entrada de água no volume de controlo é a água de precipitação;
- O nível freático está sempre abaixo do solo pelo que não há descarga de águas subterrâneas para o meio superficial nem há evapotranspiração a partir da zona saturada;
- O escoamento no solo é vertical, pelo que não há saída lateral do volume de controlo por este meio;

- Não há formas de armazenamento de água superficial pelo que também não há evaporação de água superficial ou ambas são desprezáveis;
- Não há extracções de água superficial.

Nas circunstâncias apontadas a infiltração profunda, I_p , que se considera equivalente à recarga de águas subterrâneas, vem dada pela equação:

$$I_p = P - E_{ps} - ETR - \Delta A_I \quad (1)$$

sendo P a precipitação, E_{ps} o escoamento direto, ETR a evapotranspiração real e ΔA_I a variação de água armazenada no solo.

O modelo BALSEQ_MOD é constituído por um conjunto de submodelos, relativos, cada submodelo, à quantificação de cada processo considerado na equação (1). Nalgumas opções pode existir mais do que um submodelo para a quantificação de um mesmo processo (ou seja diferentes opções de cálculo).

Nas secções seguintes apresentam-se os métodos utilizados para o cálculo de cada um dos processos referidos na aplicação que foi feita à área em estudo das bacias hidrográficas das zonas em estudo do projeto PROWATERMAN.

2.1.2 Modelação da infiltração superficial

O procedimento que se apresenta foi desenvolvido e apresentado em Oliveira (2004, 2006), a partir dos resultados da aplicação do modelo de Philip, de infiltração superficial, a um conjunto de situações que se pretendeu abrangente (nomeadamente a textura do solo, precipitação diária e sua distribuição e teor de humidade inicial do solo). A infiltração superficial (I_s) calcula-se por:

$$I_s = \begin{cases} P & \text{se } P \leq P_{lim} \\ a.P + b & \text{se } P > P_{lim} \end{cases} \quad (2)$$

onde P é a precipitação e P_{lim} é calculado pela intersecção das retas $I_s = P$ e $I_s = a.P + b$, ou seja $P_{lim} = b / (1-a)$.

Os valores de P_{lim} , a e b são apresentados no Quadro 13, em função da classe textural do solo presente (ver Figura 2 para a definição da classe textural) e do teor de humidade inicial (θ). Se o teor de humidade inicial (θ) não for um dos apresentados nesse Quadro, os parâmetros da equação de regressão linear são estimados pela equação:

$$\begin{cases} a = a_1 + \frac{(a_2 - a_1)}{(\theta_2 - \theta_1)} \cdot (\theta_i - \theta_1) \\ b = b_1 + \frac{(b_2 - b_1)}{(\theta_2 - \theta_1)} \cdot (\theta_i - \theta_1) \end{cases} \quad (3)$$

onde θ_2 é o teor de humidade inicial da equação representada no Quadro 13 com teor de humidade imediatamente superior, a_2 e b_2 são os respetivos parâmetros, θ_1 é o teor de humidade inicial da equação representada no Quadro 13 com teor de humidade imediatamente inferior, e a_1 e b_1 são os respetivos parâmetros.

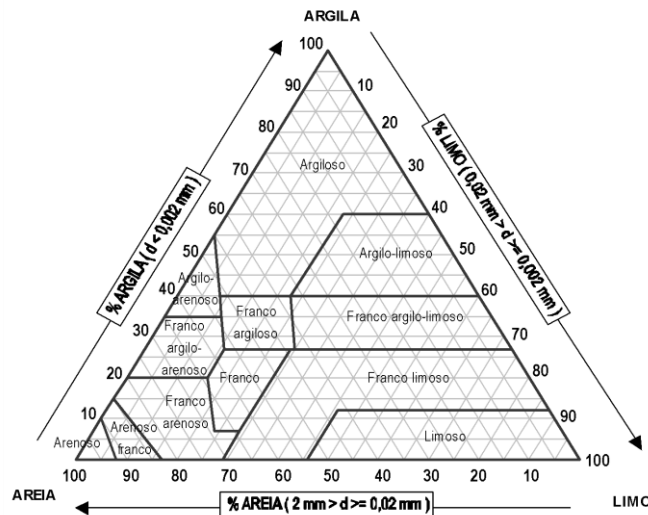


Figura 2 – Diagrama triangular para a classificação da textura do solo utilizando os limites da classificação portuguesa (adaptado de SROA, 1970, in Oliveira, 2004, 2006)

Com o valor de infiltração superficial calculado pela metodologia apresentada, o escoamento direto será dado pela diferença entre a precipitação e a infiltração superficial:

$$E_{ps} = P - I_s \quad (4)$$

Quadro 1 – Relação entre Is e P para os casos em que $P > P_{lim}$, em função da textura do solo e do teor de humidade inicial.

Textura	P_{lim} (cm/d) [$=b/(1-a)$]	b em $Is = aP+b$	a em $Is = aP+b$	θ	P_{lim} (cm/d) [$=b/(1-a)$]	b em $Is = aP + Is = aP + b$	a em $Is = aP + Is = aP + b$	Textura
Arenoso franco $wp = 5.5\%$ $cc = 12.5\%$ $n = 43.7\%$	5,72	0,924	0,838	$\theta = wp$	1,54	1,000	0,351	Franco argilo-arenoso $wp = 14.8\%$ $cc = 25.5\%$ $n = 39.8\%$
	5,64	0,967	0,828	$\theta = 0,5.wp+0,5.cc$	1,46	0,977	0,332	
	5,55	1,005	0,819	$\theta = cc$	1,36	0,938	0,312	
	4,75	0,918	0,807	$\theta = 0,5.cc+0,5.n$	1,17	0,835	0,284	
	4,40	0,987	0,776	$\theta = 0,25.cc+0,75.n$	1,00	0,734	0,269	
	4,03	0,999	0,752	$\theta = 0,1.cc+0,9.n$	0,85	0,630	0,257	
Argilo-arenoso $wp = 23.9\%$ $cc = 33.9\%$ $n = 43.0\%$	3,34	1,064	0,682	$\theta = n$	0,50	0,376	0,250	Franco argilo-limoso $wp = 20.8\%$ $cc = 36.6\%$ $n = 47.1\%$
	1,08	0,803	0,255	$\theta = wp$	2,17	1,460	0,327	
	1,01	0,770	0,235	$\theta = 0,5.wp+0,5.cc$	1,59	1,018	0,359	
	0,92	0,729	0,208	$\theta = cc$	1,37	0,942	0,310	
	0,81	0,677	0,169	$\theta = 0,5.cc+0,5.n$	1,12	0,809	0,275	
	0,74	0,637	0,139	$\theta = 0,25.cc+0,75.n$	0,94	0,713	0,241	
Argilo-limoso $wp = 25.0\%$ $cc = 38.7\%$ $n = 47.9\%$	0,67	0,598	0,109	$\theta = 0,1.cc+0,9.n$	0,78	0,629	0,199	Franco argiloso $wp = 19.7\%$ $cc = 31.8\%$ $n = 46.4\%$
	0,52	0,489	0,059	$\theta = n$	0,54	0,491	0,093	
	1,64	1,028	0,375	$\theta = wp$	1,63	1,022	0,374	
	1,50	0,995	0,336	$\theta = 0,5.wp+0,5.cc$	1,54	1,004	0,347	
	1,28	0,907	0,292	$\theta = cc$	1,41	0,959	0,319	
	1,09	0,832	0,236	$\theta = 0,5.cc+0,5.n$	1,16	0,835	0,283	
Argiloso $wp = 27.2\%$ $cc = 39.6\%$ $n = 47.5\%$	0,95	0,775	0,182	$\theta = 0,25.cc+0,75.n$	0,96	0,706	0,264	Franco limoso $wp = 13.3\%$ $cc = 33.0\%$ $n = 50.1\%$
	0,81	0,708	0,126	$\theta = 0,1.cc+0,9.n$	0,74	0,556	0,251	
	0,47	0,459	0,029	$\theta = n$	0,44	0,357	0,191	
	1,44	0,973	0,323	$\theta = wp$	3,85	1,007	0,738	
	1,31	0,928	0,289	$\theta = 0,5.wp+0,5.cc$	3,67	1,191	0,676	
	1,15	0,883	0,231	$\theta = cc$	2,90	0,998	0,655	
Franco $wp = 11.7\%$ $cc = 27.0\%$ $n = 46.3\%$	1,00	0,834	0,166	$\theta = 0,5.cc+0,5.n$	2,67	1,254	0,531	Limoso $wp = 7.2\%$ $cc = 29.7\%$ $n = 44.3\%$
	0,87	0,772	0,115	$\theta = 0,25.cc+0,75.n$	2,45	1,377	0,437	
	0,73	0,682	0,070	$\theta = 0,1.cc+0,9.n$	1,73	0,985	0,432	
	0,38	0,373	0,007	$\theta = n$	1,24	0,867	0,301	
	2,65	1,362	0,487	$\theta = wp$	2,17	1,461	0,327	
	2,54	1,420	0,442	$\theta = 0,5.wp+0,5.cc$	1,59	1,017	0,358	
Franco Arenoso $wp = 9.5\%$ $cc = 20.7\%$ $n = 45.3\%$	2,40	1,465	0,390	$\theta = cc$	1,36	0,939	0,309	para o solo arenoso $Is = P$ (pelo que $a = 1, b = 0$)
	1,67	1,010	0,394	$\theta = 0,5.cc+0,5.n$	1,11	0,810	0,271	
	1,48	0,978	0,340	$\theta = 0,25.cc+0,75.n$	0,94	0,721	0,234	
	1,27	0,894	0,298	$\theta = 0,1.cc+0,9.n$	0,79	0,644	0,189	
	0,76	0,568	0,255	$\theta = n$	0,53	0,491	0,081	
	3,79	0,999	0,737	$\theta = wp$				
3,72	1,077	0,710	$\theta = 0,5.wp+0,5.cc$					
3,63	1,158	0,681	$\theta = cc$					
3,32	1,312	0,604	$\theta = 0,5.cc+0,5.n$					
2,67	1,068	0,600	$\theta = 0,25.cc+0,75.n$					
2,49	1,155	0,537	$\theta = 0,1.cc+0,9.n$					
2,14	1,268	0,407	$\theta = n$					

cc = retenção específica; n = porosidade; wp = ponto de emurchecimento permanente. (adaptado de Oliveira, 2004, 2006)

2.1.3 Modelação da evapotranspiração

A evapotranspiração real é estimada com base na formulação apresentada em Allen *et al.* (1998):

$$ETR = (K_a \cdot K_{cb} + K_e) \cdot ET_o \quad (5)$$

onde ETo é a evapotranspiração de referência de uma cultura hipotética sob determinadas condições climáticas, Kcb é o coeficiente cultural basal, Ke é o coeficiente de evaporação de água do solo e Ka é o coeficiente de stress hídrico.

Os termos Kcb e Ke integram as diferenças físicas e fisiológicas entre a cultura em questão e a cultura de referência, pelo que os seus valores variam ao longo do tempo (dependendo do estado vegetativo). A utilização de dois coeficientes diferentes, Kcb e Ke , constitui a aproximação do coeficiente cultural dual.

O termo Ka depende da água disponível no solo coberto. O termo Ke depende da água disponível no solo descoberto.

O coeficiente Ka é determinado em função da quantidade máxima de água utilizável para evapotranspiração, dada por $rp(dia).(cc - wp)$, representando $rp(dia)$ a profundidade das raízes das plantas no dia do balanço, do limite de depleção da água do solo a 100 % (p) e da quantidade de água no solo [$A_{I\ ETR}(dia)$]:

$$K_a = 1 \text{ se } A_{I\ ETR}(dia) \geq rp(dia) \cdot [(1 - p) \cdot (cc - wp)] \quad \left| \quad (6) \right.$$

$$K_a = A_{I\ ETR}(dia) \cdot [rp(dia) \cdot (1 - p) \cdot (cc - wp)]^{-1} \quad \text{caso contrário}$$

Ou seja, Ka é constante para quantidades de água no solo entre o teor de humidade correspondente à retenção específica (cc) e o teor de humidade dado por $\{cc - p \cdot (cc - wp)\}$; e Ka decresce linearmente entre um e zero para teores de humidade entre $\{cc - p \cdot (cc - wp)\}$ e (wp) .

A determinação do coeficiente Ke depende, para além da quantidade de água no solo, do poder evaporante da atmosfera, e dos coeficientes culturais basais podendo para a sua determinação serem consultadas as referências bibliográficas referidas anteriormente.

Os procedimentos para caracterizar os parâmetros da equação (5) são apresentados originalmente em Allen *et al.* (1998), e podem também ser consultados em Oliveira (2004, 2006).

O modelo numérico BALSEQ_MOD é aplicado a uma área de estudo (por exemplo um sistema aquífero) dividindo a sua área de afloramento num conjunto de subáreas que se caracterizam por ter propriedades de solos, ocupação do solo, precipitação e evapotranspiração de referência semelhantes. O modelo é corrido separadamente para cada uma dessas subáreas pelo que os valores obtidos para uma subárea são independentes dos valores obtidos para outra subárea. Dentro de cada subárea a metodologia implementada no modelo numérico BALSEQ_MOD contempla a possibilidade de existência de até dois cobertos vegetais e de uma superfície descoberta. Dentro de cada subárea, a fração do espaço ocupada por cada coberto vegetal ou terreno descoberto pode variar no tempo, ao longo de um ano hidrológico, em função do período de desenvolvimento vegetativo. Isto faz com que cada subárea possa ser dividida horizontalmente em até três partes. Para cada porção é realizado um

balanço hídrico sequencial diário, em que o balanço hídrico numa parte depende do balanço hídrico das outras duas partes. Por esse motivo, o balanço hídrico sequencial tem que ser feito simultaneamente. Com a coexistência de dois cobertos vegetais e do terreno descoberto, a equação (5) toma a forma:

$$ETR = (K_{a1} \cdot K_{cb1} + K_{a2} \cdot K_{cb2} + K_e) \cdot ET_o \quad (7)$$

onde os índices 1 e 2 se referem a cada um dos cobertos vegetais.

Para calcular a quantidade de água disponível no solo, da qual dependem os coeficientes K_a e K_e , o modelo BALSEQ_MOD realiza o balanço hídrico sequencial diário. A quantidade de água disponível no solo (A_I) que pode ser mobilizada quer por ação da gravidade quer por ação das plantas para evapotranspiração refere-se à quantidade de água no solo acima da quantidade de água armazenada no solo quando o seu teor de humidade corresponde ao ponto de emurchecimento permanente (w_p).

No balanço hídrico sequencial diário a quantidade de água que existe no solo disponível para evapotranspiração [$A_{I,ETR}$ (dia, coberto i)], expressa em altura de água na área ocupada pelo coberto i (que representa o coberto vegetal 1 ou 2 ou o terreno descoberto), é dada por:

$$A_{I,ETR}(\text{dia, coberto } i) = A_{I, \text{inicio}}(\text{dia, coberto } i) + I_s(\text{dia, coberto } i) + A_{I, \text{ganho}}(\text{dia, coberto } i) \quad (8)$$

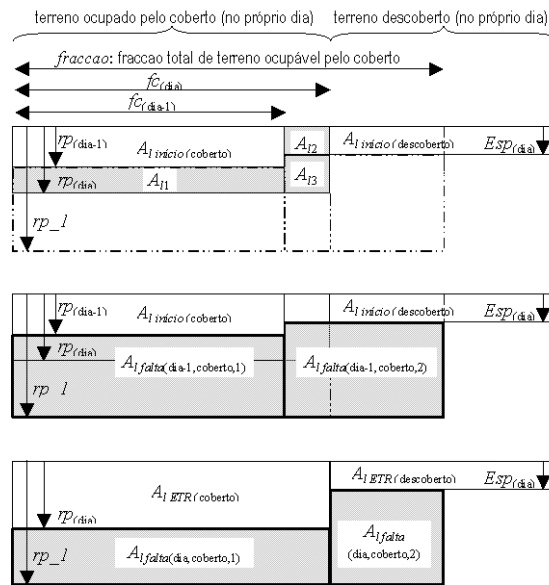
sendo $A_{I, \text{inicio}}$ a quantidade de água que existe no solo no final do dia anterior, I_s a infiltração superficial calculada para o próprio dia [equação (2)], representando $A_{I, \text{ganho}}$, no caso do coberto vegetal, o aumento de um dia para o outro da quantidade de água devido ao aumento da área coberta pelas plantas ou ao aumento da profundidade das raízes das plantas.

Para o caso do terreno descoberto o termo $A_{I, \text{ganho}}$ é nulo, exceto para o dia em que um coberto vegetal passa a estar inativo. Nesse dia, a quantidade de água do terreno descoberto é incrementada da quantidade de água que existia na zona do coberto, vindo $A_{I, \text{ganho}}$ do terreno descoberto dado por:

$$A_{I, \text{ganho}}(\text{dia, terreno descob.}) = [A_{I, \text{inicio}}(\text{dia, coberto}) / r_{p_1}(\text{coberto}) - Esp(\text{dia})] \cdot fc_{(\text{dia-1, coberto})} / fc_{(\text{dia, terreno descob.})} \quad (9)$$

Onde Esp representa a espessura do terreno descoberto sujeita a evaporação, r_{p_1} representa a profundidade das raízes das plantas do coberto no dia anterior (equivalente à profundidade máxima alcançável pelas raízes das plantas do coberto), fc a fração de área ocupada, dia o próprio dia, e dia-1 o dia anterior.

Para cada coberto vegetal, são os seguintes os termos relativos ao aumento da quantidade de água no solo, expressos em altura de água na zona ocupada pelo coberto vegetal (Figura 3):



in Oliveira (2004, 2006)

Figura 3 – Situações consideradas durante o balanço hídrico para o caso do aumento da fração ocupada por um determinado coberto vegetal ou da espessura do solo sujeita a evapotranspiração.

a) termo relativo ao aumento da espessura do solo (A_{f1}), considerando o teor de humidade que existe no solo na zona do crescimento das raízes das plantas:

$$A_{f1} = [rp(\text{dia}, \text{coberto}) - rp(\text{dia}-1)] * (cc - wp - \theta_{falta1}) * fc(\text{dia}-1, \text{coberto}) / fc(\text{dia}, \text{coberto}) \quad (10)$$

onde θ_{falta1} é dado por:

$$\theta_{falta1} = A_{falta}(\text{dia}-1, \text{coberto}, 1) / [rp_1(\text{coberto}) - rp(\text{dia}-1, \text{coberto})] \quad (11)$$

$A_{falta}(\text{dia}-1, \text{coberto}, 1)$ representa a quantidade de água do solo em falta para que, na área do solo entre a profundidade das raízes das plantas no dia anterior $[rp(\text{dia}-1)]$ e a profundidade máxima alcançável pelas raízes das plantas (rp_1), o teor de humidade do solo atinja a retenção específica (cc).

Devido ao aumento da profundidade das raízes das plantas, o termo $A_{falta}(\text{dia}, \text{coberto}, 1a)$ é atualizado para a nova profundidade que ainda falta preencher pelas raízes das plantas [entre rp_1 e $rp(\text{dia})$]:

$$A_{falta}(\text{dia}, \text{coberto}, 1a) = A_{falta}(\text{dia}-1, \text{coberto}, 1) / [rp_1(\text{coberto}) - rp(\text{dia}-1, \text{coberto})] * [rp_1(\text{coberto}) - rp(\text{dia}, \text{coberto})] * fc(\text{dia}-1, \text{coberto}) / fc(\text{dia}, \text{coberto}) \quad (12)$$

b) termo relativo ao aumento de área na zona de terreno descoberto (A_{f2}), considerando o teor de humidade existente nesta zona:

$$A_{f2} = [fc(\text{dia}, \text{coberto}) - fc(\text{dia}-1, \text{coberto})] * A_{f_inicio}(\text{dia}, \text{terreno descoberto}) / fc(\text{dia}, \text{coberto}) \quad (13)$$

c) termo relativo ao aumento de área abaixo da profundidade sujeita a evaporação no terreno descoberto (A_{f3} , aplicável se $rp(\text{dia}) >$ espessura da zona evaporante $[Esp(\text{dia})]$), considerando o teor de humidade que existe no solo na zona do aumento da profundidade das raízes das plantas:

$$A_{f3} = [rp_{(dia,coberto)} - Esp_{(dia)}] \cdot (cc - wp - \theta_{falta2}) \cdot [fc_{(dia,coberto)} - fc_{(dia-1,coberto)}] / fc_{(dia,coberto)} \quad (14)$$

onde θ_{falta2} é dado por:

$$\theta_{falta2} = A_{falta(dia-1,coberto,2)} / [rp_{1(coberto)} - Esp_{(dia-1)}] \quad (15)$$

A_{falta} representa a quantidade de água do *solo* em falta para que, na área do *solo* entre a espessura do terreno descoberto no dia anterior [$Esp_{(dia-1)}$] e a profundidade máxima alcançável pelas raízes das plantas (rp_{1}), o teor de humidade do *solo* atinja a retenção específica.

É necessário ter em atenção que na área que anteriormente se encontrava por baixo do terreno descoberto e que agora passou a estar também ocupada pelo coberto vegetal, há uma variação da quantidade de água em falta. Uma vez que esta área passou a fazer parte da fração ocupada pelo coberto vegetal, tem-se que:

$$A_{falta(dia,coberto,1b)} = A_{falta(dia-1,coberto,2)} / [rp_{1(coberto)} - Esp_{(dia-1)}] \cdot [rp_{1(coberto)} - rp_{(dia,coberto)}] \cdot [fc_{(dia,coberto)} - fc_{(dia-1,coberto)}] / fc_{(dia,coberto)} \quad (16)$$

O ganho de água resultante do aumento da espessura e da área do coberto vegetal, expresso em altura de água na zona ocupada pelo coberto vegetal, é de:

$$A_{ganho(dia,coberto)} = A_{f1} + A_{f2} + A_{f3} \quad (17)$$

e a quantidade de água em falta para que o teor de humidade entre a profundidade das raízes das plantas e a sua profundidade máxima preencha a retenção específica é dada por:

$$A_{falta(dia,coberto,1)} = A_{falta(dia,coberto,1a)} + A_{falta(dia,coberto,1b)} \quad (18)$$

No caso do coberto vegetal considerado deixar de existir ou entrar num período de dormência, a quantidade de água no *solo* relativa a esse coberto considera-se nula:

$$A_{ETR(dia,coberto)} = 0 \quad (19)$$

e os termos relativos a A_{falta} passam a:

$$A_{falta(dia,coberto,1)} = 0 \quad (20)$$

porque deixa de haver coberto, e por isso, não se define quantidade de água em falta abaixo do coberto. Na área abaixo do terreno que agora ficou descoberto, e que será ocupável pelas raízes das plantas no ciclo vegetativo seguinte, ficará:

$$A_{falta(dia,coberto,2)} = [rp_{1(coberto)} - Esp_{(dia-1)}] * [cc - (wp + A_{inicio(dia,coberto)} / rp_{(dia-1,coberto)})] \quad (21)$$

ou seja, falta a quantidade de água necessária para que o teor de humidade corresponda à retenção específica do *solo* no último dia em que a cultura existiu nesse ciclo vegetativo (A_{inicio} corresponde à quantidade de água no *solo* no final do dia anterior).

2.1.4 Modelação da variação do armazenamento de água no solo e da infiltração profunda

A variação do armazenamento de água no *solo* (ΔA_I) e a infiltração profunda (I_p) são também determinadas pelo balanço hídrico sequencial:

$$\Delta A_I(dia, coberto \hat{i}) + I_p(dia, coberto \hat{i}) = I_S(dia, coberto \hat{i}) + A_{I\text{ganho}}(dia, coberto \hat{i}) - ETR(dia, coberto \hat{i}) \quad (22)$$

Sendo que $\Delta A_I(dia, coberto \hat{i}) = A_{I\text{fim}}(dia, coberto \hat{i}) - A_{I\text{inicio}}(dia, coberto \hat{i})$ e que no balanço hídrico sequencial já se conhecem $A_{I\text{inicio}}(dia, coberto \hat{i})$, $I_S(dia, coberto \hat{i})$, $A_{I\text{ganho}}(dia, coberto \hat{i})$ e $ETR(dia, coberto \hat{i})$ é necessário calcular e decompor $A_{I\text{fim}}(dia, coberto \hat{i}) + I_p(dia, coberto \hat{i})$ da equação seguinte:

$$A_{I\text{fim}}(dia, coberto \hat{i}) + I_p(dia, coberto \hat{i}) = A_{I\text{inicio}}(dia, coberto \hat{i}) + I_S(dia, coberto \hat{i}) + A_{I\text{ganho}}(dia, coberto \hat{i}) - ETR(dia, coberto \hat{i}) \quad (23)$$

Para a aplicação à área de estudo utilizou-se o procedimento referido em Samper *et al.* (1999), onde a infiltração profunda é dada pelo excesso de água que existe no *solo* em relação a $AG_{cc}(dia, coberto \hat{i}) = rp(dia, coberto \hat{i}) \cdot CC$ e é limitada superiormente pela quantidade máxima de água que o *solo* pode transmitir no intervalo de tempo considerado ($K_s \cdot \Delta t$), sendo K_s a condutividade hidráulica saturada:

$$I_p(dia, coberto \hat{i}) = \min\{\max[A_{I\text{inicio}}(dia, coberto \hat{i}) + I_S(dia, coberto \hat{i}) + A_{I\text{ganho}}(dia, coberto \hat{i}) - ETR(dia, coberto \hat{i}) - AG_{cc}(dia, coberto \hat{i}); 0]; (K_s \cdot \Delta t)\} \quad (24)$$

Substituindo $I_p(dia, coberto \hat{i})$ na equação (23) obtém-se $A_{I\text{fim}}(dia, coberto \hat{i})$. Mas pela aplicação desta equação pode acontecer que a quantidade de água no *solo* exceda a quantidade máxima de água que o *solo* pode conter ($AG_I(dia, coberto \hat{i}) = rp(dia, coberto \hat{i}) \cdot n$ sendo n a porosidade). Nesse caso assume-se que se $A_{I\text{fim}}(dia, coberto \hat{i})$ dado pela aplicação da equação (23) excede $AG_I(dia, coberto \hat{i})$, a diferença será acrescentada ao escoamento direto ou ao armazenamento superficial (que no BALSEQ_MOD se considera nulo: $\Delta A_p = 0$), ou seja:

$$E_{ps}(dia, coberto \hat{i}) = E_{ps\text{ equação (4)}}(dia, coberto \hat{i}) + (A_{I\text{fim}}(dia, coberto \hat{i}) - AG_I(dia, coberto \hat{i})) \quad (25)$$

A quantidade de água armazenada no *solo* passa a ser:

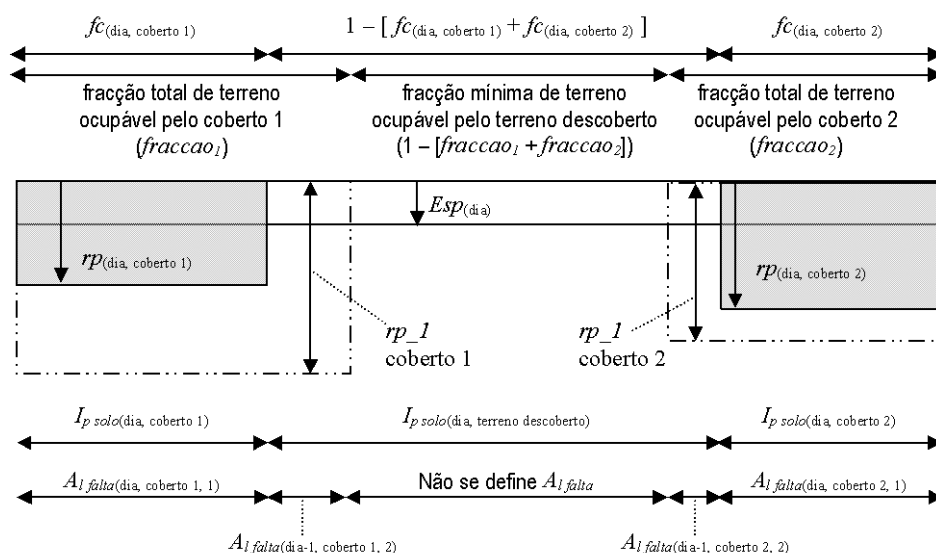
$$A_{I\text{fim}}(dia, coberto \hat{i}) = AG_I(dia, coberto \hat{i}) \quad (26)$$

A infiltração profunda calculada pela metodologia apresentada não traduz, ainda, a infiltração profunda de um determinado dia. Porque, enquanto as raízes das plantas se estão a desenvolver em profundidade, o volume que existe entre a profundidade das raízes das plantas num determinado dia [$rp(dia)$] e a profundidade máxima alcançável pelas raízes das plantas (rp_{-1}) pode apresentar um teor de humidade abaixo da retenção específica.

A quantidade de água de infiltração profunda calculada pela equação (24), que se designa agora por lp_{solo} , não drena livremente em profundidade, indo antes colmatar a quantidade de água em falta para se atingir o teor de humidade correspondente à retenção específica nessa área.

Considerem-se as três zonas representadas na Figura 4:

- 1 – abaixo da fração de terreno ocupada pelo coberto 1 [$fc_{(dia,1)}$];
- 2 – abaixo da fração de terreno ocupada pelo coberto 2 [$fc_{(dia, 2)}$] – no caso deste existir;
- 3 – abaixo do terreno descoberto, que também se pode decompor em três subzonas:
 - 3.1 – aquela que durante o desenvolvimento do coberto vegetal 1 acabará por ficar ocupada por este, ou seja a área por baixo de [$fraccao_1 - fc_{(dia, coberto 1)}$];
 - 3.2 – aquela que durante o desenvolvimento do coberto vegetal 2 (no caso deste existir) acabará por ficar ocupada por este, ou seja a área por baixo de [$fraccao_2 - fc_{(dia, coberto 2)}$];
 - 3.3 – abaixo do terreno descoberto que nunca será ocupado por coberto vegetal (1 – [$fraccao_1 + fraccao_2$]).



in Oliveira (2004, 2006)

Figura 4 – Termos representados no cálculo da infiltração profunda quando se utiliza o coeficiente cultural dual para o cálculo da evapotranspiração

No caso das duas primeiras zonas, a quantidade de água em falta abaixo da fração de terreno ocupada pelo coberto vegetal [$fc_{(dia, coberto 1)}$ e $fc_{(dia, coberto 2)}$; Figura 4] é representada por $A_{l\ falta}(dia, coberto 1, 1)$ e $A_{l\ falta}(dia, coberto 2, 1)$ como calculados na equação (18). lp_{solo} é o calculado para os cobertos vegetais [$lp_{solo}[dia, coberto 1]$ e $lp_{solo}[dia, coberto 2]$]. A infiltração profunda e os novos valores da quantidade de água em falta, são calculados da seguinte forma:

$$lp_{[dia, coberto i]} = \max(lp_{solo} [dia, coberto i] - A_{l\ falta\ equação\ (18)} (dia, coberto i, 1); 0) \quad (27)$$

$$A_{I\ falta(dia, coberto\ i,1)} = \max(A_{I\ falta\ equação\ (18)\ (dia, coberto\ i,1)} - I_{p\ solo\ [dia, coberto\ i]}; 0) \quad (28)$$

onde i assume os valores 1 ou 2. No caso do coberto 2 não existir, i só assume o valor 1.

No caso da terceira zona, para se determinar a infiltração profunda é necessário fazer os cálculos para as três subzonas.

No caso das subzonas 3.1 e 3.2, a quantidade de água em falta é dada por $A_{I\ falta(dia-1, coberto\ 1,2)}$ e $A_{I\ falta(dia-1, coberto\ 2,2)}$. Os termos $A_{I\ falta}$ referem-se aos calculados no dia anterior uma vez que ainda não foram atualizados para o dia corrente do balanço. I_p e $A_{I\ falta}$ vêm dados por:

$$I_{p3.i\ (dia)} = \max(I_{p\ solo\ [dia, terreno\ descoberto]} - A_{I\ falta(dia-1, coberto\ i,2)}; 0) \quad (29)$$

$$A_{I\ falta(dia, coberto\ i,2)} = \max(A_{I\ falta(dia-1, coberto\ i,2)} - I_{p\ solo\ [dia, terreno\ descoberto]}; 0) \quad (30)$$

onde i assume os valores 1 ou 2 (se existir).

No caso da subzona 3.3 não ocorrem teores de humidade abaixo da retenção específica pelo que aí não se define $A_{I\ falta}$ e a infiltração profunda é dada diretamente por $I_{p\ solo[dia, terreno\ descoberto]}$:

$$I_{p3.3\ (dia)} = I_{p\ solo\ [dia, terreno\ descoberto]} \quad (31)$$

Assim, para a totalidade da área abaixo do terreno descoberto, I_p vem dado por:

$$I_{p[dia, terreno\ descoberto]} = \{I_{p3.1\ (dia)} * [fraccao_1 - fc(dia, coberto\ 1)] + I_{p3.2\ (dia)} * [fraccao_2 - fc(dia, coberto\ 2)] + I_{p3.3\ (dia)} * (1 - [fraccao_1 + fraccao_2])\} / \{1 - [fc(dia, coberto\ 1) + fc(dia, coberto\ 2)]\} \quad (32)$$

2.2 Decomposição de hidrogramas de escoamento superficial

2.2.1 Introdução

O texto descritivo que se apresenta foi extraído de Oliveira (2004, 2006).

O escoamento de um curso de água superficial (E) é composto (1) por **escoamento direto** (Ed), produzido na bacia hidrográfica a montante do local onde é medido, resultante da água de precipitação que não se infiltra à superfície do *solo* e que não fica retida (por exemplo nas copas das árvores, em edifícios, em barragens, etc.), e (2) por **escoamento de base** (Eb), resultante de água que se infiltra no *solo*, escoa subterraneamente e acaba por no seu percurso aflorar à superfície, constituindo por isso a descarga das águas subterrâneas para a bacia hidrográfica:

$$E = Ed + Eb \quad (33)$$

A relação entre estas três componentes ao longo do tempo é traduzida pelo hidrograma de escoamento (Fig. 1). No hidrograma definem-se as seguintes partes distintas (Lencastre e Franco, 1984): (1) curva de crescimento; (2) ponta do hidrograma; (3) curva de decrescimento; (4) curva de esgotamento. A curva de crescimento corresponde ao aumento do escoamento que ocorre por efeito

da chuvada. A ponta do hidrograma ocorre no valor máximo de escoamento. A curva de decrescimento corresponde à diminuição progressiva do escoamento direto até que este se anula. O tempo de crescimento mais o tempo de decrescimento definem o tempo base do hidrograma e corresponde ao período durante o qual se verifica o escoamento direto. A curva de esgotamento ou de recessão corresponde ao decréscimo do escoamento que provém somente do escoamento de base.

As duas grandes componentes do escoamento (direto e de base) podem ser individualizadas no hidrograma. Teoricamente, pode ser difícil localizar no hidrograma a posição do ponto onde se dá o fim do escoamento direto. Linsley *et al.* (1975) apresentam a seguinte expressão para calcular aproximadamente o tempo desde o pico do hidrograma até um ponto selecionado arbitrariamente na curva de esgotamento que pretende traduzir o fim do escoamento direto:

$$N = 0,8 \cdot A^{0,2} \quad (34)$$

onde A é a área em km^2 e N é o número de dias. Os mesmos autores referem que o tempo N pode ser melhor determinado após inspeção de vários hidrogramas, tendo em atenção que o tempo durante o qual ocorre escoamento direto não deve ser excessivamente longo e a subida do escoamento de base não deve ser muito grande (Linsley *et al.*, 1975).

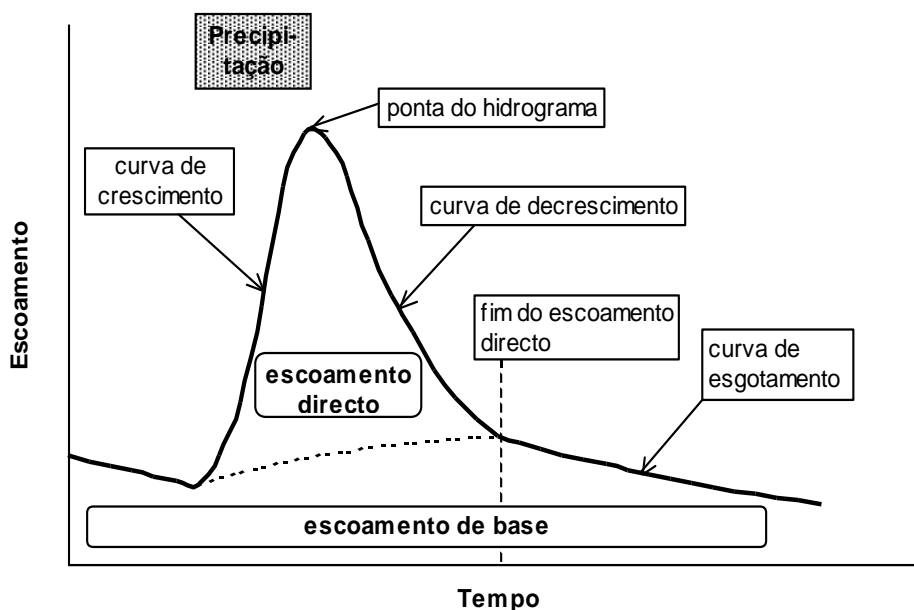


Fig. 1 – Características do hidrograma de escoamento

Em casos referidos em Beven (2001), a utilização de isótopos ambientais de hidrogénio e de oxigénio, em modelos de mistura de dois componentes, revelou que a água armazenada no meio subterrâneo (escoamento de base) contribuía com uma fração importante para o escoamento superficial.

Linsley *et al.* (1975) referem três métodos para fazer a separação dos escoamentos direto e de base (Fig. 2). Um método consiste em prolongar a curva de esgotamento (que existia antes do novo episódio de precipitação) até um ponto por baixo do pico do hidrograma e depois unir este ponto ao hidrograma no último dia de escoamento direto (Fig. 2A). Este método justifica-se porque quando o nível de água dos cursos de água aumenta, o potencial nos cursos de água é mais elevado do que a superfície piezométrica nas suas margens pelo que a descarga para os cursos de água diminui.

Outro método consiste em unir os escoamentos registados no início da subida e no final do escoamento direto (Fig. 2B).

Um terceiro método consiste em projetar para trás no tempo a curva de esgotamento até um ponto por baixo de um ponto de inflexão da curva de decrescimento do hidrograma, e depois unir este ponto com o escoamento no início da subida (Fig. 2C). Este método é aplicável quando o escoamento subterrâneo é muito rápido, como por exemplo em regiões cársticas.

Outro método, antagónico dos anteriores, referido em Custodio e Llamas (1976) consiste em considerar que quando se dá o episódio de precipitação, devido à subida da altura de água, o curso de água alimenta a zona saturada, ficando a água armazenada nas formações que envolvem o curso de água. Neste caso o escoamento direto seria ainda maior e o escoamento de base seria negativo, uma vez que, em vez de ser o meio saturado a libertar a água para o curso de água, se passaria o contrário (Fig. 2D).

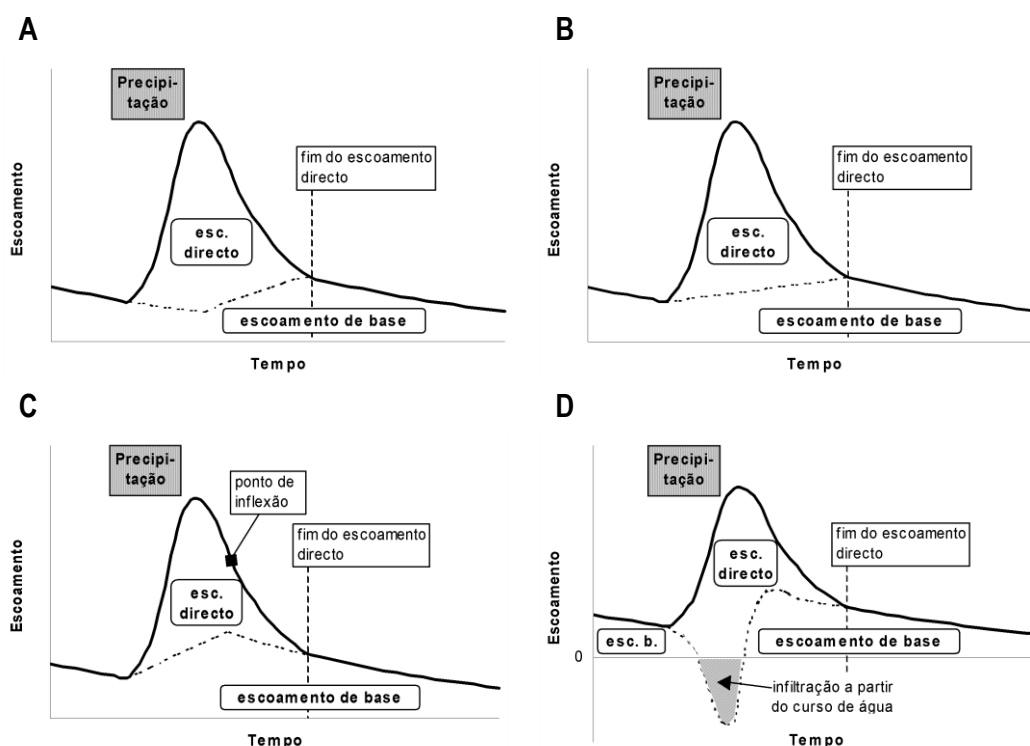


Fig. 2 – Métodos para fazer a separação do escoamento superficial em escoamentos direto e de base

Contudo, o escoamento pelo curso de água faz-se a uma velocidade muito superior à da infiltração nas formações geológicas envolventes. Ou seja, a variação da quantidade de água armazenada nas margens do curso de água pode ser muito baixa a desprezável. Eventualmente, em vez de haver infiltração nas formações geológicas envolventes, pode haver, devido à maior subida do nível nos cursos de água, principalmente na sua parte mais junto à foz, o impedimento da entrada do escoamento de base no curso de água. Mas, nas zonas mais a montante, a nível dos afluentes do curso de água principal, onde não se regista um aumento importante do nível nos cursos de água, a contribuição dos escoamentos de base e direto para o escoamento total pode ser descrita de acordo com uma das primeiras três situações referidas.

Enquanto os três primeiros métodos referidos produzem resultados que não se afastam muito entre si, o quarto método produz resultados totalmente diferentes, até porque, no escoamento de base do quarto método, inclui-se água que já pertenceu ao escoamento direto.

A análise das séries de escoamento superficial complica-se quando antes de terminar o escoamento direto relativo a um episódio de precipitação, ocorre outro episódio de precipitação em que o escoamento se vai sobrepor ao escoamento já existente. Nestes casos a análise das séries de escoamento torna-se mais complexa.

A vantagem da utilização destes métodos é que existem registos em papel das variáveis hidrológicas necessárias (precipitação e escoamento superficial). Atualmente muitos desses registos também existem disponíveis em ficheiros de computador, e por vezes acessíveis através da Internet.

2.2.2 Descrição do método

O método da decomposição do hidrograma de escoamento superficial que se apresenta e se programou no programa de computador DECHIDR_VB.vbp começou a ser desenvolvido em Oliveira *et al.* (1997a) e Oliveira (1997) e sofreu uma atualização que se apresentou em Oliveira (2001). O texto descritivo que se apresenta foi extraído de Oliveira (2004, 2006).

Este método consiste em separar as componentes de escoamento direto e de escoamento de base. Uma vez que ao longo de uma série temporal existe sobreposição de episódios distintos de precipitação/recarga (P/R), o método é aplicado individualizando o episódio e depois aplicando a técnica geral de decomposição.

Para a aplicação do método apresentado devem-se selecionar bacias hidrográficas que apresentem as seguintes características:

- coincidam aproximadamente com bacias hidrogeológicas;
- existam simultaneamente registos diários de precipitação e de escoamento;

- sejam de área pequena (o que implicitamente significa que se situem na parte montante dos cursos de água);
- possuam litologia homogénea (se se pretender estudar o escoamento em função do tipo litológico);
- não existam barragens (para não impedir a deteção na estação hidrométrica, da reação natural da bacia aos episódios de precipitação);
- não existam extrações de água feitas pelo homem ou então, no caso de existirem, que sejam desprezáveis ou que possam ser quantificadas no tempo, de forma a poderem ser consideradas posteriormente nos cálculos.

O modelo da decomposição dos hidrogramas de escoamento que se apresenta tem como pressuposto que os cursos de água são apenas e sempre recetores. Ou seja, recebem os escoamentos de base e direto, mas nunca cedem água para as formações geológicas das suas margens. Nesta situação não há variação de armazenamento de água nos leitos devido a escoamento proveniente do curso de água.

Para justificar este modelo, supõe-se que quando a altitude do nível de água num curso de água aumenta, não haja variação do armazenamento do seu leito com água proveniente do curso de água. Esta situação é possível se: (1) a condutividade hidráulica do leito não permitir que haja infiltração (rápida) a partir do curso de água, (2) o tempo em que o curso de água apresenta altitudes mais elevadas da sua superfície for reduzido, ou (3) o nível piezométrico do leito do curso de água for superior à altitude do nível de água do curso de água. A segunda situação justifica-se porque o curso de água apresenta velocidades de escoamento elevadas, o que faz baixar os seus caudais e altitudes hidrométricas rapidamente. Embora as justificações apresentadas sejam aceitáveis, também é pertinente que, se, ou enquanto, a altitude do nível de água no curso de água for mais elevada do que o nível piezométrico do leito, não haja descarga das margens para o curso de água. Por outro lado, no caso de haver variação do armazenamento no leito do curso de água, parte dessa água é água subterrânea originada mais a montante.

Para evitar o efeito do armazenamento nos leitos dos cursos de água, é conveniente ter bacias hidrográficas pequenas.

A técnica geral da decomposição segue o método apresentado em Shirmohammadi *et al.* (1984). Consiste em marcar uma linha que une a origem do hidrograma do episódio em análise ao escoamento existente no início do dia $n + 1$ após o pico do hidrograma [Fig. 3(A)] ou o final da chuvada [Fig. 3(B)]. O dia n refere-se ao número de dias durante o qual ainda ocorre escoamento direto após o pico do hidrograma ou o final da chuvada, podendo ser calculado pela equação (34).

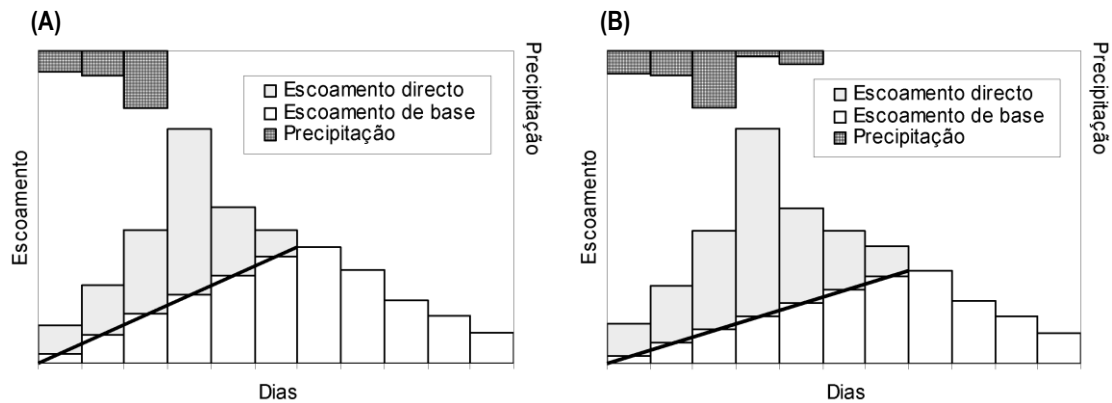


Fig. 3 – Exemplo do processo de decomposição do hidrograma, para $n = 2$ dia, utilizando como critério (A) o dia do pico do hidrograma, (B) o último dia de chuva.

A área acima da linha constitui o escoamento direto do episódio em análise e a área abaixo da linha constitui o escoamento de base.

Pode acontecer que quando se marca a linha de separação, o escoamento de base obtido por este processo seja superior ao escoamento superficial desse dia (Fig. 4). Para ultrapassar esta situação, corrige-se o escoamento de base para metade do escoamento do dia e recalculam-se os escoamentos dos dias seguintes a partir do último valor que foi corrigido (Fig. 4).

A complexidade da decomposição dos hidrogramas de escoamento reside na existência de sobreposição de episódios distintos. Ou seja, num mesmo dia pode-se estar a assistir ao esgotamento de vários episódios de P/R que ocorreram anteriormente (como exemplo veja-se o dia 19/01/1982 na Fig. 5).

Neste sentido torna-se necessário desenvolver um conjunto de procedimentos que permitam a individualização dos episódios distintos de P/R.

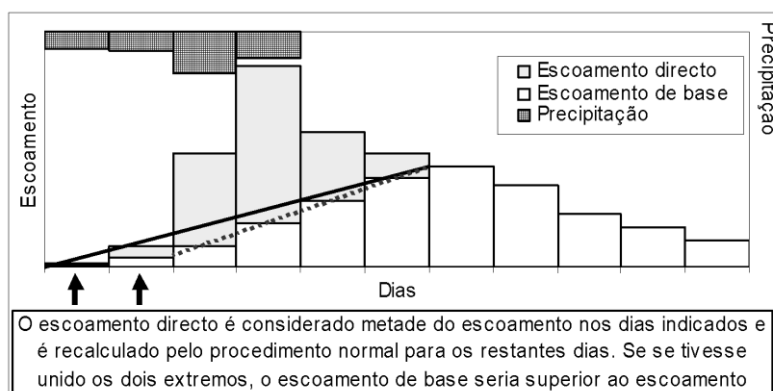


Fig. 4 – Correção do escoamento de base para os casos em que no período de crescimento o escoamento de base calculado é superior ao escoamento

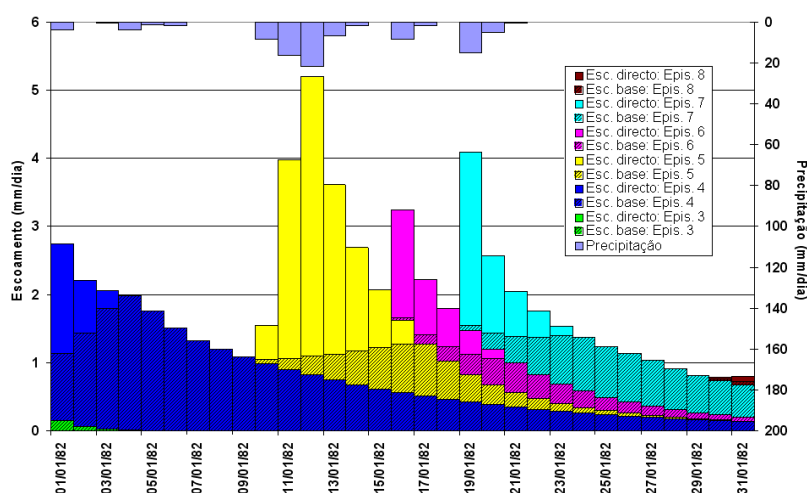


Fig. 5 – Decomposição por episódios do escoamento registado na estação hidrométrica de Ponte de Panasco em janeiro de 1982.

A individualização é feita sequencialmente considerando a série de dados de entrada: data, escoamento e precipitação. O **primeiro passo** consiste em determinar o primeiro dia de um novo episódio de P/R (episódio B). Para tal, considerando os escoamentos superficiais existentes desde o início do episódio em análise (episódio A)¹, considera-se que se está na presença de um novo episódio P/R (episódio B) no dia em que:

- 1) o escoamento é superior ou igual ao do dia anterior e o do dia anterior é inferior ao registado dois dias antes;
- 2) o escoamento é superior ao do dia anterior e o do dia anterior é igual ao registado dois dias antes.

Na versão do programa Dechidr_VB.VBP apresentada em Oliveira (2001), o início desse episódio só se considera válido se durante a subida do escoamento se registar precipitação superior a uma precipitação mínima necessária para haver escoamento directo². Caso contrário não é considerado como novo episódio. No caso de não se considerar um novo episódio o procedimento continua até ao dia em que se observem as condições referidas.

As condições apresentadas significam que não são considerados como início de um novo período de escoamento directo os casos em que (1) o aumento do escoamento directo não é suficiente para provocar uma subida do escoamento; (2) havendo uma subida do escoamento, não ocorre precipitação superior à precipitação mínima necessária para haver escoamento.

¹ Este procedimento constitui uma alteração maior ao procedimento utilizado na versão anterior do programa (DECHIDR.BAS), apresentado em Oliveira *et al.* (1997) e Oliveira (1997), onde se utilizava a série total dos escoamentos, ou seja não se estava a utilizar somente os escoamentos do episódio em análise e seguintes, mas também os escoamentos dos episódios anteriores.

² Na versão anterior do programa DECHIDR.BAS, o primeiro dia do episódio era considerado o primeiro dia em que ocorria precipitação superior à precipitação mínima para ocorrer escoamento directo.

Na aplicação desta metodologia a vários casos de estudo constatou-se que, nalgumas situações, pode ser difícil calcular a precipitação e que, nalguns casos, ocorre aumento do escoamento superficial sem que tenha sido estimada precipitação na bacia hidrográfica. Por esse motivo, optou-se por se disponibilizar a hipótese de se fazer a decomposição do escoamento sem se impor a existência de precipitação. Com esta opção, aplica-se o procedimento descrito sem se verificar se durante a subida do escoamento superficial se regista precipitação.

Tendo sido determinado o primeiro dia do episódio B, o **segundo passo** consiste em determinar o esgotamento do episódio A. Para tal calcula-se o coeficiente de esgotamento (α) do episódio A pelo melhor ajustamento de uma curva exponencial negativa do tipo:

$$E = E_0 \cdot \text{EXP}(-\alpha \cdot t) \quad (35)$$

aos escoamentos correspondentes ao período de decrescimento ou de esgotamento até ao dia anterior ao início do episódio B³, sendo E o escoamento total ao fim do tempo t de um período de descida e E_0 o escoamento total quando $t = 0$.

A escolha dos dias para o cálculo do α é feita começando no último dia e recuando no tempo enquanto o escoamento do dia for inferior ao do dia anterior⁴. Se ocorrer um dia com precipitação e já existem pelo menos dois valores para o cálculo do ajustamento exponencial, então esse dia e os restantes já não são considerados⁵. Se não ocorrer precipitação, os dias utilizados para o ajustamento da curva exponencial negativa são os indicados no Quadro 2.

Quadro 2 – Dias utilizados no cálculo do coeficiente de esgotamento (α) no caso de não ocorrer precipitação

Nº de dias de descida do escoamento superficial	2	3	4	5	6 ou mais
Dias utilizados	1 e 2	2 e 3	2, 3 e 4	3, 4 e 5	4 em diante

A rejeição, quando possível, dos primeiros dias de descida para o cálculo do α deve-se a estes valores de escoamento se encontrarem afetados pelo escoamento direto e, como tal, tenderem a dar um valor muito maior do que o valor representativo do esgotamento do escoamento.

Com o α calculado faz-se uma verificação do balanço de massa: determina-se a quantidade de precipitação que contribui para o episódio e determina-se a quantidade de escoamento existente nesse

³ Na sequência da nota 1 o coeficiente de esgotamento é na nova versão do programa calculado utilizando somente os dados de escoamentos da curva de decrescimento ou de esgotamento do episódio em análise, e não a totalidade dos escoamentos registado nesses dias (ou seja, já foram deduzidos os escoamentos dos episódios anteriores).

⁴ Ao contrário da versão anterior onde, para a escolha dos dias, se iniciava o processo no pico do hidrograma e se caminhava até ao início do episódio seguinte.

⁵ Na versão anterior, numa situação em que ocorria precipitação superior à precipitação mínima, eram precisos no mínimo 3 dias para o cálculo do α . Ocorrendo precipitação fazia-se uma correção para o dobro do valor de α . Essa correção baseava-se no facto de embora o escoamento estar a descer, não descer tão acentuadamente como se não tivesse ocorrido precipitação.

episódio. Para que o α seja aceite, é necessário que o escoamento do episódio não seja superior à precipitação. Se for superior procura-se um novo α que verifique a igualdade entre o escoamento e a precipitação ocorrida, da forma que se apresenta a seguir.

Considere-se a existência de um episódio P/R – episódio A – com início no dia $i = 1$ para o qual se pretende determinar a curva de esgotamento, e de um outro episódio – episódio B – que se inicia no dia $i = m + 1$ e cujos escoamentos se adicionam aos escoamentos do episódio A (Fig. 6).

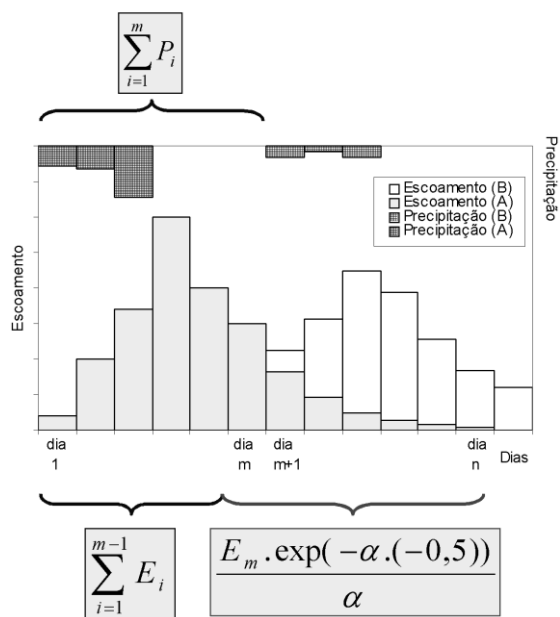


Fig. 6 – Componentes consideradas na verificação do balanço de massa entre a precipitação e o escoamento correspondente a um episódio de precipitação/recarga

Pretende-se determinar qual o α que satisfaz a condição:

$$\sum_{i=1}^m P_i = \sum_{i=1}^n E_i \quad (36)$$

onde P_i é a precipitação no dia i , E_i o escoamento no dia i , e n o último dia de escoamento do episódio A.

O membro $\sum_{i=1}^n E_i$ pode decompor-se nos seguintes termos:

$$\sum_{i=1}^n E_i = \sum_{i=1}^{m-1} E_i + \frac{E_m \cdot \exp(-\alpha \cdot (-0,5))}{\alpha} \quad (37)$$

onde $E_m \cdot \exp(-\alpha \cdot (-0,5))$ representa o escoamento no início do dia m e $\frac{E_m \cdot \exp(-\alpha \cdot (-0,5))}{\alpha}$

representa o escoamento total desde o início do dia m até ao esgotamento do episódio A.

Ou seja, substituindo a equação (37) na equação (36):

$$\alpha - \frac{\exp(0,5.\alpha)}{\sum_{i=1}^m P_i - \sum_{i=1}^{m-1} E_i} . E_m = 0 \quad (38)$$

No programa Dechidr_VB, a resolução desta equação faz-se com recurso ao método da bissecção, utilizando como α mínimo o calculado inicialmente (aquele que fez com que o escoamento fosse superior à precipitação) e como α máximo 100 d⁻¹. A equação pode apresentar mais do que uma solução para α pelo que se escolhe aquele mais próximo do valor do α calculado inicialmente.

No caso de o escoamento até à véspera do início do episódio B ser superior à precipitação relativa ao episódio A, não é possível encontrar uma solução, pelo que se assume um $\alpha = 100$ d⁻¹, não se observando o critério do balanço de massa.

A introdução deste procedimento de verificação do balanço de massa robustece o método da decomposição do hidrograma de escoamento, mas torna-o mais dependente do cálculo correto da precipitação que ocorre na bacia. Se a precipitação na bacia é estimada por defeito, este procedimento vai condicionar em muito o cálculo do α e a decomposição dos escoamentos, penalizando o escoamento de base. Por esse motivo, é também dada no programa a hipótese de não verificação do balanço de massa.

O **terceiro passo** consiste em calcular o escoamento do episódio A nos dias seguintes ao início do episódio B. Este cálculo é feito pela aplicação da equação (35), sendo E_0 o escoamento do dia anterior ao início do episódio B, e α o coeficiente de esgotamento calculado no passo anterior. Os escoamentos do episódio A são calculados até ao dia em que o seu valor atinge um mínimo (que se considerou de 0,01 mm/d). Concretizando com recurso à Fig. 5, suponha-se que os episódios A e B correspondem respetivamente aos episódios 4 e 5. No dia 10/01/82 tem início o episódio B. A equação (35) é aplicada ao escoamento registado do dia 09/01/82.

Os procedimentos apresentados foram programados no programa de computador Dechidr_VB.VBP.

A decomposição dos escoamentos superficiais é feita utilizando os valores de escoamento superficial na bacia e os valores de precipitação média diária na bacia. Uma vez que até à automatização das estações de monitorização os registos diários da precipitação e do escoamento superficial se referiam a períodos distintos, o programa permite estimar o escoamento superficial para o período comum ao da precipitação (consulte-se Oliveira *et al.*, 1997, Oliveira, 2004, 2006). Nos registos do INAG, disponíveis no SNIRH, a precipitação refere-se à precipitação ocorrida no período desde as 09h do dia anterior até às 09h do próprio dia a que se reportam os dados; o escoamento superficial refere-se ao escoamento medido no período das 00h até às 24h do dia a que se reportam os dados.

2.2.3 Vantagens e desvantagens

O método apresenta como vantagens:

- é de aplicação fácil com dados de precipitação e escoamento normalmente existentes e disponíveis;
- só requer a definição de dois parâmetros (1- número de dias em que ocorre escoamento direto após a precipitação ou o pico do hidrograma e 2- precipitação mínima);
- não se restringe a parâmetros fixos da bacia hidrográfica porque cada episódio de precipitação/recarga é determinado separadamente;
- pode controlar e manter o balanço de massas entre a precipitação e o escoamento produzido.
- integra todos os processos do ciclo hidrológico que ocorrem na área de estudo, medindo a resposta do sistema aos diversos processos que aí ocorrem.
- aplica-se à totalidade de uma bacia hidrográfica, não requerendo a definição das zonas de recarga e de descarga.

O método apresenta como limitações:

- está suscetível a erros de medição e de transformação de alturas hidrométricas em caudais;
- está dependente de uma estimativa o mais correta possível da precipitação;
- no caso de controlar o balanço de massas entre a precipitação e o escoamento superficial, o método torna-se sensível ao valor estimado da precipitação;
- não considera a possibilidade de armazenamento de água do leito do rio.

aplicou-se a técnica da decomposição dos hidrogramas de escoamento superficial para separação deste nas componentes de escoamento direto e de escoamento de base.

Em função da disponibilidade de informação, aplicou-se a técnica da decomposição dos hidrogramas de escoamento aos dados das estações de Quinta Passagem, Purgatório e Ponte Mesquita, cujos períodos analisados, áreas das sub-bacias hidrográficas, e séries de precipitação utilizadas, são os representados no Quadro 4. Os períodos referidos ultrapassam os referidos no Quadro 3 sendo a informação original proveniente da ARH-Algarve. Refira-se que a sub-bacia Quinta Passagem está dentro da sub-bacia do Purgatório e que na área da sub-bacia do Purgatório foi excluída a Nave do Barão por constituir uma bacia endorreica, logo, onde toda a água que precipita se evapora ou se infiltra, sendo depois ou evapotranspirada ou constituindo recarga. Os dados para a corrida do programa DecHidr_VB foram organizados pela Eng.^a Núria Salvador, bolsista do projeto ProWaterMan.

Todas as corridas do programa DecHidr_VB.vbp foram feitas utilizando as seguintes opções (ver descrição na secção 2.2.2): controlo do balanço entre a precipitação e o escoamento; novo episódio de precipitação/escoamento só tem início se ocorrer precipitação durante o período de subida do escoamento; e precipitação mínima necessária para haver escoamento = 0,1 mm/dia. Em todas as sub-bacias hidrográficas o tempo durante o qual ocorre escoamento direto após o pico do hidrograma ou a terminação da precipitação foi estimado em 2 dias, de acordo com a equação (34).

Quadro 4 – Estações hidrométricas, períodos de monitorização e séries de precipitação

Estação hidrométrica	Área da sub-bacia hidrográfica (km ²)	Curso de água	Períodos de dados analisados	Série de precipitação utilizada
Quinta da Passagem (30I/05HA)	92,8	Ribeira dos Moinhos ou da fonte Menavel (trata-se de um afluente da ribeira de Quarteira)	1/10/1998 – 30/9/1999 + 1/10/2000 – 30/9/2007	Salir (30I/03UG)
Purgatório (30H/02HA)	282,2	Ribeira de Quarteira ou de Alte	1/10/2005 – 30/9/2008	Salir (30I/03UG)
Ponte Mesquita (30G/08H)	111,2	Ribeira de Alcantarilha ou barranco do ribeiro Meirinho	1/10/1996 – 30/9/2000 + 1/10/2004 – 30/9/2006	São Bartolomeu de Messines (30H/03UG)

3.2 Modelação do balanço hídrico sequencial diário

Com base na informação existente relativamente às sub-bacias hidrográficas com estações hidrométricas correu-se o modelo de balanço hídrico sequencial diário para as áreas destas sub-bacias. A corrida do modelo para as partes das sub-bacias que constituem a área de afloramento do sistema aquífero Querença-Silves já fora realizada em Oliveira *et al.* (2011). Fez-se agora a corrida do mesmo modelo para as partes das sub-bacias fora deste sistema aquífero mas cuja drenagem para o

interior deste as tornam como origem de água de recarga do sistema. Os resultados são integrados para a totalidade das áreas em que se subdivide as sub-bacias (ver secções seguintes com os resultados) de forma a poderem ser analisados separadamente. A Figura 6 esquematiza as subáreas para as quais se apresentam resultados do modelo de balanço hídrico sequencial diário e a relação destas com as áreas das sub-bacias para as quais se aplicou o método da decomposição dos hidrogramas de escoamento. Os mesmos resultados são comparados com os resultados da decomposição dos hidrogramas de escoamento.

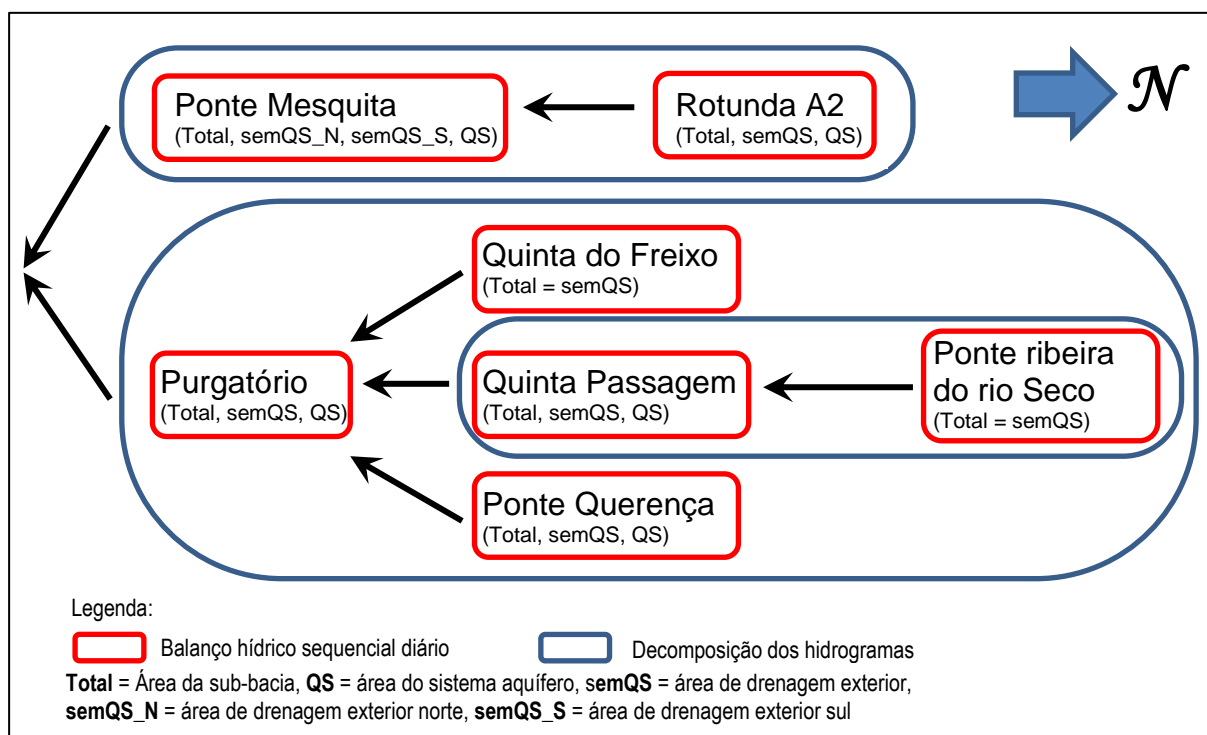


Figura 6 – Sub-bacias hidrográficas e identificação dos modelos aplicados com indicação entre parêntesis da agregação espacial dos resultados mensais

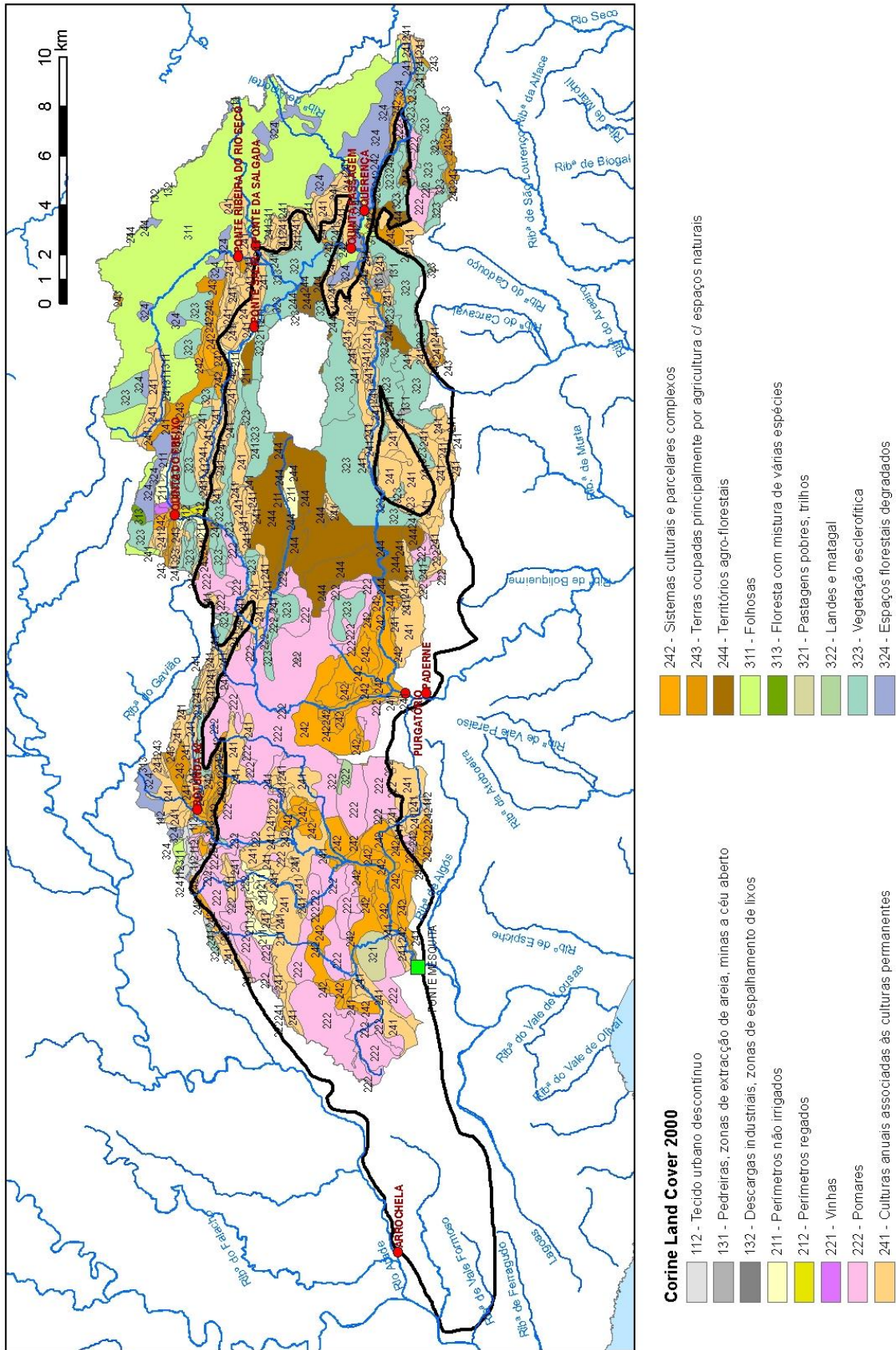
O modelo de balanço hídrico sequencial diário foi corrido para a totalidade da área de drenagem do sistema aquífero Querença-Silves utilizando as séries de dados de 1/10/1979 até 30/09/2009: precipitação diária registada no posto udométrico de S. Bartolomeu de Messines (30H/03UG) e evapotranspiração de referência mensal, velocidade do vento mensal e humidade relativa mínima mensal estimados ou medidos na estação meteorológica de Praia da Rocha (Portimão). Os dados de precipitação estão disponíveis *online* na página do SNIRH (<http://snirh.pt>) e os dados relativos à evapotranspiração de referência são os estimados para o Plano de Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Algarve (MAOT, 2000). Dado que os registos disponíveis desta estação terminam em dezembro de 1991, desde esta data até ao final da série assumiram-se os valores mensais médios calculados para a série estudada nesse Plano, de janeiro de 1941 até dezembro de 1991.

A caracterização dos parâmetros relativos ao solo, nomeadamente, o material do horizonte superior do solo, a porosidade, a retenção específica, o ponto de emurchecimento e a condutividade hidráulica saturada vertical foi feita a partir da Carta de Solos de Portugal, à escala 1:25 000, do IHERA.

A caracterização dos parâmetros relativos aos cobertos vegetais, nomeadamente a definição do seu ciclo vegetativo, dos coeficientes culturais basais, das profundidades das raízes das plantas, do limite de depleção da água do solo a 100 %, fração do terreno ocupado pelo coberto vegetal, e altura máxima atingida pelo coberto vegetal, foi feita a partir da interpretação da legenda da carta de ocupação do solo CORINE Land Cover 2000, do Instituto Geográfico Português, à escala 1:100 000. Esta carta está representada na Figura 7.

Os Quadro 5 e Quadro 6 sintetizam os valores utilizados de caracterização das variáveis dependentes do solo e da ocupação do solo.

À informação de base referida adicionou-se ainda a cartografia geológica à escala 1:100 000 (SGP, 1992), tendo-se assumido que nas áreas carsificadas correspondentes às áreas de afloramento das formações geológicas J1A – Calcários de Alte, J1P – Dolomitos e brecha dolomítica e J1Pa – Dolomitos e calcários dolomíticos, todo o escoamento direto calculado pelo modelo BASLEQ_MOD se infiltrou após um pequeno percurso à superfície.



Fonte: Instituto Geográfico Português, Carta Corine Land Cover 2000

Figura 7 – Carta de ocupação do solo na área abrangida pelas sub-bacias hidrográficas em estudo

Quadro 5 – Parâmetros característicos do solo

Solo (IHERA)	Retenção específica (-)	Ponto de emurchecimento (-)	Porosidade (-)	Condutividade hidráulica vertical (mm/d)	Material do horizonte superior do solo
Rg	0,09	0,04	0,44	5040,0	1-Arenoso
Et	0,30	0,16	0,48	354,3	2-Arenoso Franco
Atac	0,36	0,22	0,48	21,6	4-Argilo-limoso
Sba	0,36	0,22	0,48	21,6	4-Argilo-limoso
Sbac	0,36	0,22	0,48	21,6	4-Argilo-limoso
Vcd	0,31	0,18	0,47	647,8	4-Argilo-limoso
Aa	0,36	0,24	0,47	19,5	5-Argiloso
Arc	0,025	0,005	0,05	10,0	5-Argiloso
Arts	0,05	0,02	0,15	0,1	5-Argiloso
Cb	0,30	0,12	0,44	326,3	5-Argiloso
Ex	0,24	0,12	0,43	423,2	5-Argiloso
Ex	0,24	0,12	0,43	423,2	5-Argiloso
Vac	0,32	0,15	0,44	354,2	5-Argiloso
Vtc	0,47	0,32	0,52	1,7	5-Argiloso
At	0,25	0,12	0,41	102,3	6-Franco
Pcs	0,30	0,06	0,45	433,0	6-Franco
Px	0,31	0,12	0,45	212,7	6-Franco
A	0,27	0,12	0,44	91,3	7-Franco Arenoso
Atl	0,15	0,06	0,37	356,1	7-Franco Arenoso
Eb	0,23	0,11	0,43	599,4	7-Franco Arenoso
Ps	0,25	0,12	0,43	940,7	7-Franco Arenoso
Sr	0,30	0,17	0,46	82,6	7-Franco Arenoso
Vt	0,13	0,04	0,38	1080,6	7-Franco Arenoso
Vts	0,17	0,06	0,42	1505,8	7-Franco Arenoso
Ets	0,27	0,14	0,44	202,7	8-Franco-argilo-arenoso
Pac	0,26	0,10	0,44	537,1	8-Franco-argilo-arenoso
Vcs	0,18	0,06	0,39	795,0	8-Franco-argilo-arenoso
Aac	0,26	0,14	0,42	34,2	9-Franco-argilo-limoso
Ass	0,40	0,22	0,46	7,2	9-Franco-argilo-limoso
Cbc	0,43	0,19	0,54	849,2	9-Franco-argilo-limoso
Pc	0,28	0,09	0,46	378,1	9-Franco-argilo-limoso
Ac	0,31	0,18	0,44	17,1	10-Franco Argiloso
Vc	0,24	0,10	0,44	547,2	10-Franco Argiloso
Ec	0,34	0,16	0,46	44,8	11-Franco Limoso
Sb	0,31	0,15	0,46	86,2	11-Franco Limoso
Sbc	0,31	0,16	0,50	316,8	11-Franco Limoso
Sp	0,75	0,19	0,80	325,6	11-Franco Limoso

Quadro 6 – Ocupação do solo segundo o *CORINE Land Cover 2006* e parâmetros caracterizadores da ocupação

Código de Ocupação do Solo	Zona	Nº de Culturas	Permeável		Dia_ini	L_ini	L_des	L_med	L_fim	Kcb_ini	Kcb_med	Kcb_fim	h_cult	rp_1	rp_0	sld	Kc_min	Kcb_tot	fraccao	fraccao_0	fraccao_nada	
			Calcula Kcb_esp																			
112	SemQS_S+QS	2	1	1	1	1	1	361	2	0,95	0,95	0,95	10	2750	2750	0,7	0,15	0,95	0,2	0,2	0,2	
			0	0	1	1	1	361	2	0,01	0,01	0,01	1	1	1	1	0,01	0,01	0,3	0,3	0,3	
	SemQS_N	2	0	0	1	1	1	361	2	0,01	0,01	0,01	1	1	1	1	0,01	0,01	0,55	0,55	0,55	
			1	1	1	1	1	361	2	0,6	0,95	0,75	4	1500	1500	0,5	0,15	0,95	0,2	0,2	0,2	
131	QS	1	1	0	1	10	10	10	10	0,15	0,15	0,15	1	1	1	1	0,15	0,15	0	0	0	
132	SEM QS	2	1	1	1	1	1	361	2	1,2	1,2	1,2	10	2750	2750	0,8	0,15	1,2	0,3	0,3	0,3	
			0	0	1	1	1	361	2	0,01	0,01	0,01	1	1	1	1	0,01	0,01	0,5	0,5	0,5	
211	SEM QS	1	1	1	1	32	30	140	40	30	0,15	1,1	0,15	1	1200	150	0,55	0,15	1,1	0,75	0,1	0
			1	1	0	32	30	140	40	30	0,15	1,1	0,15	1	1200	150	0,55	0,15	1,1	1	0,1	0
212	SEM QS	1	1	1	1	183	30	40	50	30	0,15	1,15	0,15	2	1200	150	0,55	0,15	1,15	0,9	0,1	0
			1	1	0	183	30	40	50	30	0,15	1,15	0,15	2	1200	150	0,55	0,15	1,15	1	0,1	0
221	SEM QS	1	1	1	152	20	50	75	60	0,15	0,65	0,4	2	1500	150	0,45	0,15	0,65	0,5	0,1	0	
222	SemQS_S+QS	1	1	1	0	93	60	90	120	95	0,65	0,6	0,65	4	1500	1500	0,5	0,15	0,65	0,7	0,7	0,7
			1	1	1	1	1	361	2	0,6	0,95	0,75	4	1500	1500	0,5	0,15	0,95	0,2	0,2	0,2	
241	SemQS_S+QS	2	1	1	1	183	30	40	50	30	0,15	1,15	0,15	2	1200	150	0,55	0,15	1,15	0,5	0,1	0
			1	1	152	30	50	130	30	0,35	0,9	0,65	4	1500	1500	0,5	0,15	0,9	0,3	0,3	0	
	SemQS_N+SEM QS	2	1	1	1	1	1	361	2	0,6	0,95	0,75	4	1500	1500	0,5	0,15	0,95	0,35	0,35	0,35	
			1	1	32	30	140	40	30	0,15	1,1	0,15	1	1200	150	0,55	0,15	1,1	0,55	0,1	0	
242	SemQS_S+QS	2	1	1	198	35	40	50	30	0,15	1,1	0,7	0,6	900	150	0,4	0,15	1,1	0,5	0,1	0	
			1	1	183	30	35	50	30	0,15	1,1	0,65	0,6	500	150	0,35	0,15	1,1	0,5	0,1	0	
	SemQS_N+SEM QS	2	1	1	1	1	1	361	2	0,6	0,95	0,75	4	1500	1500	0,5	0,15	0,95	0,3	0,3	0,3	
			1	1	32	30	140	40	30	0,15	1,1	0,15	1	1200	150	0,55	0,15	1,1	0,65	0,1	0	
243	SemQS_N+SEM QS	2	1	1	1	1	1	361	2	0,6	0,95	0,75	4	1500	1500	0,5	0,15	0,95	0,1	0,1	0,1	
			1	1	32	30	140	40	30	0,15	1,1	0,15	1	1200	150	0,55	0,15	1,1	0,6	0,1	0	
	QS	2	1	1	32	30	140	40	30	0,15	1,1	0,15	1	1200	150	0,55	0,15	1,1	0,3	0,1	0	
			1	1	1	1	1	361	2	0,95	0,95	0,95	10	2750	2750	0,7	0,15	0,95	0,2	0,2	0,2	
244	SEM QS	2	1	1	1	1	1	361	2	1,2	1,2	1,2	10	2750	2750	0,8	0,15	1,2	0,35	0,35	0,35	
			1	1	32	30	140	40	30	0,15	1,1	0,15	1	1200	150	0,55	0,15	1,1	0,55	0,1	0	
	QS	2	1	1	32	30	140	40	30	0,15	1,1	0,15	1	1200	150	0,55	0,15	1,1	0,8	0,1	0	
			1	1	1	1	1	361	2	0,95	0,95	0,95	10	2750	2750	0,7	0,15	0,95	0,2	0,2	0,2	
311	SemQS_N+SEM QS	1	1	1	1	1	1	361	2	1,2	1,2	1,2	10	2750	2750	0,8	0,15	1,2	0,55	0,55	0,55	
			1	1	1	1	1	361	2	1,2	1,2	1,2	10	2750	2750	0,5	0,15	1,2	0,7	0,7	0,7	
313	SemQS_N+SEM QS	2	1	1	1	1	1	361	2	1,2	1,2	1,2	10	2750	2750	0,8	0,15	1,2	0,1	0,1	0,1	
			1	1	1	1	1	361	2	0,95	0,95	0,95	10	2750	2750	0,7	0,15	0,95	0,6	0,6	0,6	
321	QS	1	1	0	1	1	1	361	2	0,9	0,9	0,9	0,2	500	500	0,4	0,15	0,9	1	1	1	
322	QS	1	1	0	1	1	1	361	2	0,9	0,9	0,9	0,2	500	500	0,4	0,15	0,9	1	1	1	
323	SemQS_N+SEM QS	1	1	1	1	1	1	1	361	2	0,8	0,8	0,8	1	1000	1000	0,5	0,15	0,8	0,95	0,95	0,95
			1	1	0	1	1	1	361	2	0,8	0,8	0,8	1	1000	1000	0,5	0,15	0,8	1	1	1
324	SemQS_N+SEM QS	1	1	1	1	1	1	1	361	2	1,2	1,2	1,2	10	2750	2750	0,8	0,15	1,2	0,8	0,8	0,8
			1	1	0	1	1	1	361	2	0,8	0,8	0,8	1,5	1000	1000	0,5	0,15	0,8	1	1	1

Permeável= código para a infiltração superficial: (0) é nula, (1) calculada pelo modelo, Calcula_Kcb_esp=código para calcular (1) ou não (0) o coeficiente cultural basal esperso. Dia_ini=dia de início de desenvolvimento da cultura, L= comprimento (d): L_ini= da fase inicial, L_des= da fase de desenvolvimento, L_med= da meia estação, L_fim= da fase final, Kcb=coeficiente cultural basal: Kcb_ini=da fase inicial, Kcb_med=da meia estação, Kcb_fim= da fase final, h_cult=altura da cultura na fase de meia estação (m), rp_1=profundidade máxima das raízes das plantas (m), rp_0=profundidade mínima das raízes das plantas (m), sld=limite de depleção da água do solo a 100%, Kc_min=coeficiente cultural mínimo, Kcb_tot= coeficiente cultural basal total, fraccao=fração máxima de terreno ocupado pela cultura, fraccao_0=fração mínima de terreno ocupado pela cultura no período inicial, fraccao_nada=fração de terreno ocupado pela cultura no seu período de dormência. Cada corrida do modelo pode ser feita para um ou dois cobertos identificados neste Quadro. Um terceiro coberto corresponde à fração de terreno remanescente (não ocupada pelos até outros dois cobertos) e trata-se de um terreno descoberto para o qual só se definem dois parâmetros: rp_1=150 e sld= 0,42. SemQS = área de drenagem exterior, SemQS_N = área de drenagem exterior norte, SemQS_S = área de drenagem exterior sul, QS = área do sistema aquífero.

4 Sub-bacias hidrográficas a montante da estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita

4.1 Área da sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita

4.1.1 Localização

A Figura 8 representa a área da sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica para a qual se aplicou o método da decomposição dos hidrogramas de escoamento superficial e as subáreas em que foi dividida para integrar os resultados da corrida do modelo de balanço hídrico sequencial diário.

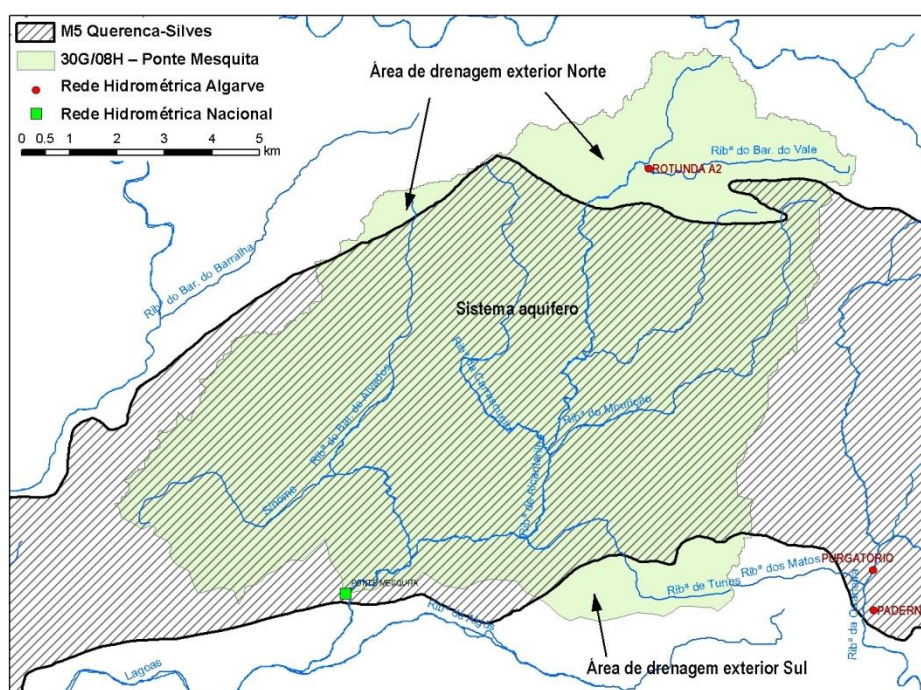


Figura 8 – Sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita com indicação da área de afloramento do sistema aquífero Querença-Silves

4.1.2 Decomposição do hidrograma de escoamento superficial

Os Quadro 7 e Quadro 8 apresentam os resultados obtidos para a estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita. A Figura 9 interpreta os valores mensais, dividindo a precipitação em três variáveis distintas: o escoamento direto (E_d), o escoamento de base (E_b) e o remanescente da precipitação que se distribui pelos restantes processos possíveis: evapotranspiração (ETR), variação do armazenamento de água no solo e no aquífero (ΔA), escoamento subterrâneo que não descarrega para a superfície na zona da estação de medição (E_{bs}), e eventuais extrações antropogénicas de água subterrânea ou superficial (H_s). Note-se que nas condições ideais de aplicação do método da decomposição dos hidrogramas de escoamento, toda a água que se infiltra

deve aflorar na secção de medição do caudal (ou seja $E_b = 0$). Contudo tratando-se este caso de um meio muito endocarsificado, grande parte da água que precipita na bacia infiltra-se não aflorando dentro da bacia, como o demonstram os caudais medidos na estação hidrométrica, que são muito reduzidos em relação à precipitação que ocorre. Isto significa que E_b deverá ter um valor significativo e que E_b é um estimador por elevado defeito da recarga do sistema aquífero. Os valores de E extraordinariamente baixos demonstram precisamente estar-se em presença de um meio cársico, quase sem formação de escoamento direto e superficial.

A Figura 10 mostra a distribuição dos escoamentos de base diários. Como se pode verificar, o escoamento de base médio é inferior a 0,01 mm/d e durante mais de 310 dias no ano não é estimado escoamento de base.

Quadro 7 – Decomposição do escoamento superficial diário registado na estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita – dados mensais (unidades mm/mês)

A.H.	1996/97				1997/98				1998/99			
	P	E	Ed	Eb	P	E	Ed	Eb	P	E	Ed	Eb
Out	35,0	0,0	0,0	0,0	200,6	1,5	1,5	0,0	12,8	0,0	0,0	0,0
Nov	23,2	0,0	0,0	0,0	319,5	14,2	12,5	1,8	19,3	0,0	0,0	0,0
Dez	356,2	17,2	16,1	1,1	192,4	13,7	11,6	2,1	34,3	0,0	0,0	0,0
Jan	154,3	17,3	14,9	2,4	88,6	5,6	2,7	2,8	74,0	0,1	0,1	0,0
Fev	0,0	0,1	0,0	0,1	66,5	7,6	5,0	2,6	3,3	0,0	0,0	0,0
Mar	0,0	0,0	0,0	0,0	12,3	0,0	0,0	0,0	95,6	0,8	0,8	0,0
Abr	69,5	0,0	0,0	0,0	43,1	0,0	0,0	0,0	23,9	0,0	0,0	0,0
Mai	63,7	0,0	0,0	0,0	54,0	0,0	0,0	0,0	27,9	0,0	0,0	0,0
Jun	35,9	0,0	0,0	0,0	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Jul	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,6	0,0	0,0	0,0
Ago	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,3	0,0	0,0	0,0
Set	23,1	0,0	0,0	0,0	50,7	0,0	0,0	0,0	47,8	0,0	0,0	0,0
A.H.	1999/00				2004/05				2005/06			
	P	E	Ed	Eb	P	E	Ed	Eb	P	E	Ed	Eb
Out	137,1	0,3	0,3	0,0	105,0	0,2	0,2	0,0	133,1	0,9	0,9	0,0
Nov	53,6	0,6	0,5	0,0	18,3	0,0	0,0	0,0	172,3	7,0	6,9	0,1
Dez	61,9	0,5	0,5	0,0	48,9	0,2	0,2	0,0	83,9	1,8	1,7	0,1
Jan	71,3	0,6	0,5	0,1	2,5	0,0	0,0	0,0	72,3	1,1	1,0	0,1
Fev	6,8	0,1	0,1	0,0	15,2	0,0	0,0	0,0	61,8	1,2	1,1	0,1
Mar	42,8	0,1	0,1	0,0	31,8	0,0	0,0	0,0	107,5	4,7	3,9	0,8
Abr	194,6	0,9	0,9	0,0	5,5	0,0	0,0	0,0	48,9	0,2	0,2	0,1
Mai	100,4	0,8	0,8	0,0	16,7	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Jun	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	32,3	0,0	0,0	0,0
Jul	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0
Ago	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	30,7	0,0	0,0	0,0
Set	5,8	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	25,1	0,0	0,0	0,0

Quadro 8 – Decomposição do escoamento superficial diário registado na estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita – dados anuais (unidades mm/ano)

Ano hidrológico	P	E	Ed	Eb	ETR+deltaA+Ebs+Hs
1996/1997	765,1	34,5	31,0	3,5	730,6
1997/1998	1032,2	42,6	33,3	9,3	989,6
1998/1999	363,8	0,9	0,9	0,0	362,9
1999/2000	674,3	3,8	3,7	0,1	670,5
2004/2005	249,1	0,4	0,4	0,0	248,7
2005/2006	772,0	16,9	15,6	1,3	755,1
Média	642,8	16,5	14,2	2,4	626,2

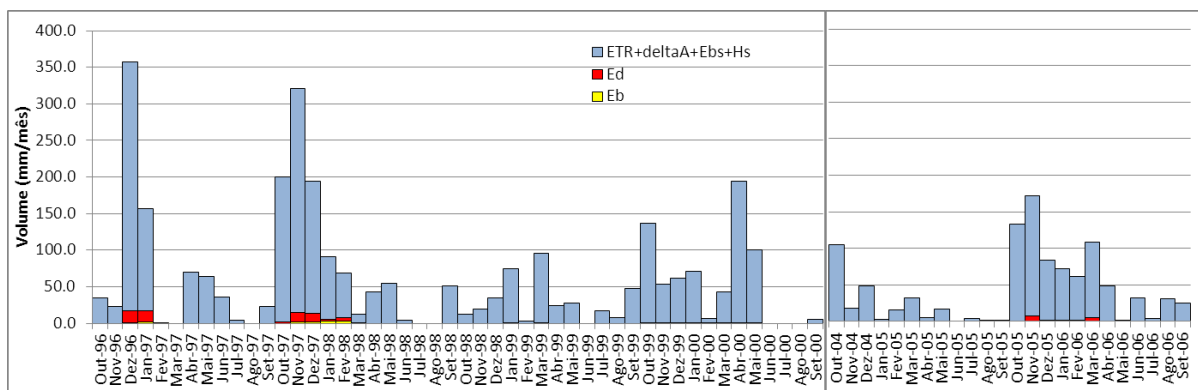


Figura 9 – Resultados da decomposição do hidrograma de escoamento superficial na estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita

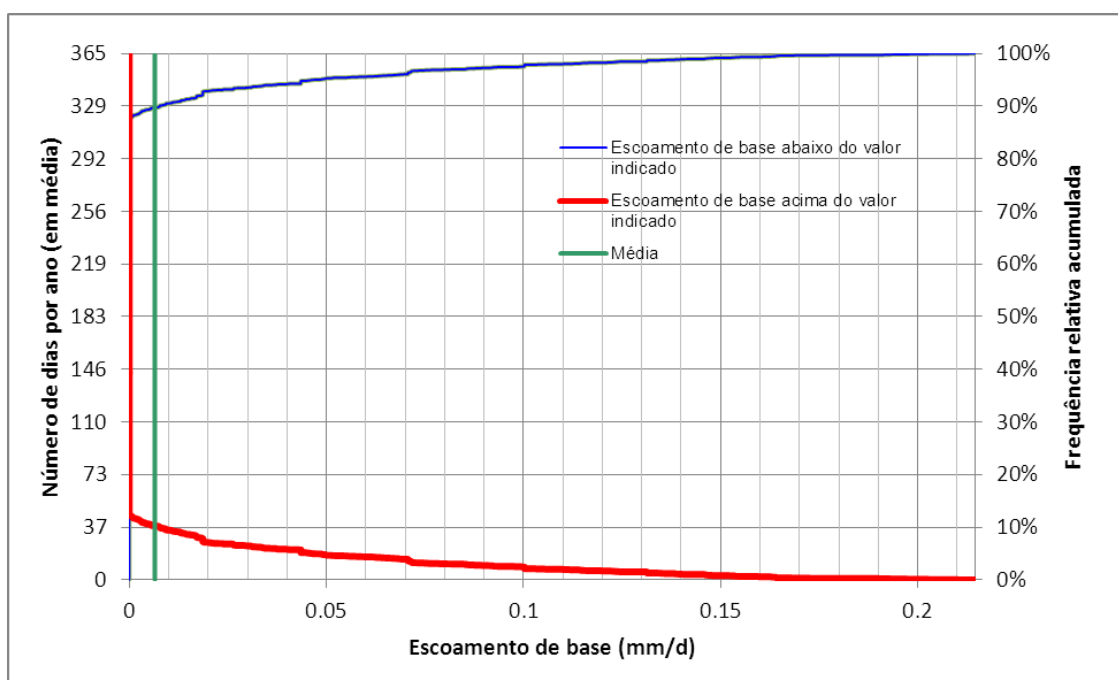


Figura 10 – Distribuição do escoamento de base diário estimado na estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita

Com base nos resultados obtidos da decomposição dos hidrogramas fez-se o ajustamento de retas de regressão linear aos seis valores anuais, tendo-se extraído as equações que permitem definir as diversas formas de escoamento anual em função da precipitação anual (Figura 11). O diagrama da

Figura 12 mostra, com base nestas mesmas retas, a distribuição da precipitação anual pelos diversos processos em que se distribui. De acordo com esta figura ou resolvendo a equação do escoamento para $E = 0$, só a partir de cerca de 340 mm/ano é que a precipitação provoca escoamento na bacia, sendo até este valor toda a água precipitada infiltrada, contribuindo para o armazenamento no solo e do aquífero, a evapotranspiração, o escoamento subterrâneo para fora da bacia, ou sendo captada por ação humana. A Figura 12 realça o facto de grande parte da água que precipita não constituir escoamento superficial (direto ou de base) saindo dos limites da sub-bacia por escoamento subterrâneo ou evapotranspiração.

Nesta sub-bacia hidrográfica não são monitorizadas nascentes dentro do sistema aquífero Querença-Silves.

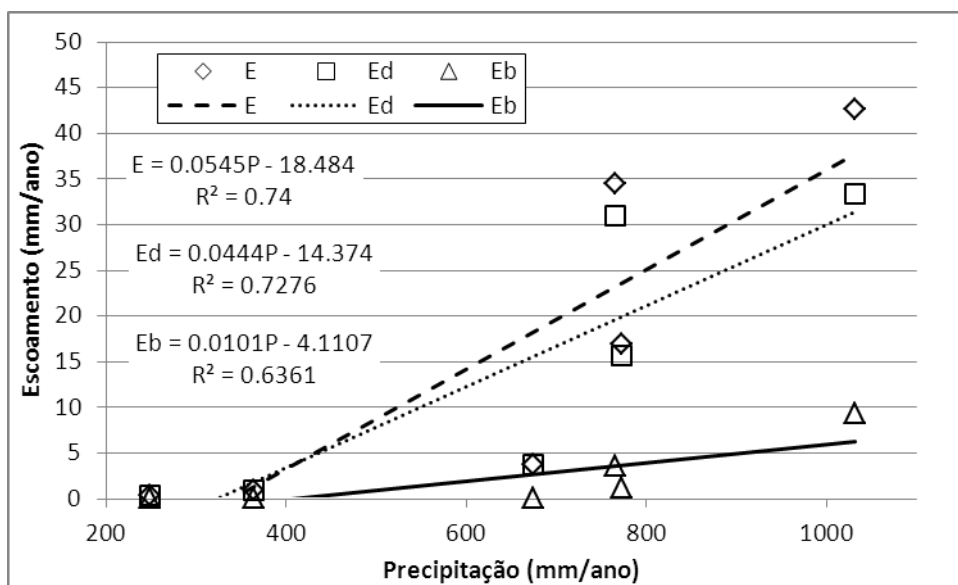


Figura 11 – Regressões lineares das diversas formas do escoamento superficial com a precipitação na estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita

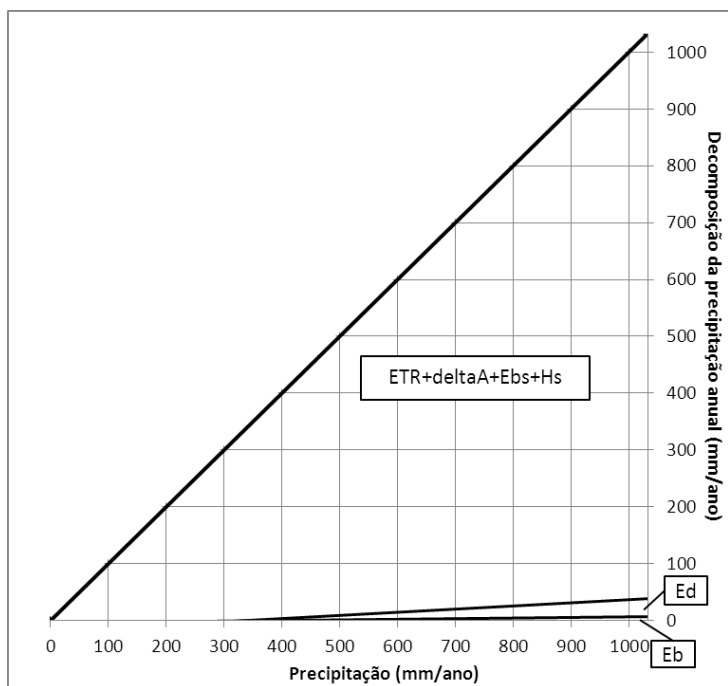


Figura 12 – Decomposição da precipitação anual nas diversas componentes do balanço hídrico (estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita)

4.1.3 Modelo de balanço hídrico sequencial diário

4.1.3.1 Área total da sub-bacia hidrográfica

As Figura 13 a Figura 15 representam espacialmente os valores anuais médios de recarga, escoamento direto e evapotranspiração, respetivamente, para a área da sub-bacia hidrográfica a montante de Ponte Mesquita, obtidos pela corrida do modelo de balanço hídrico sequencial diário.

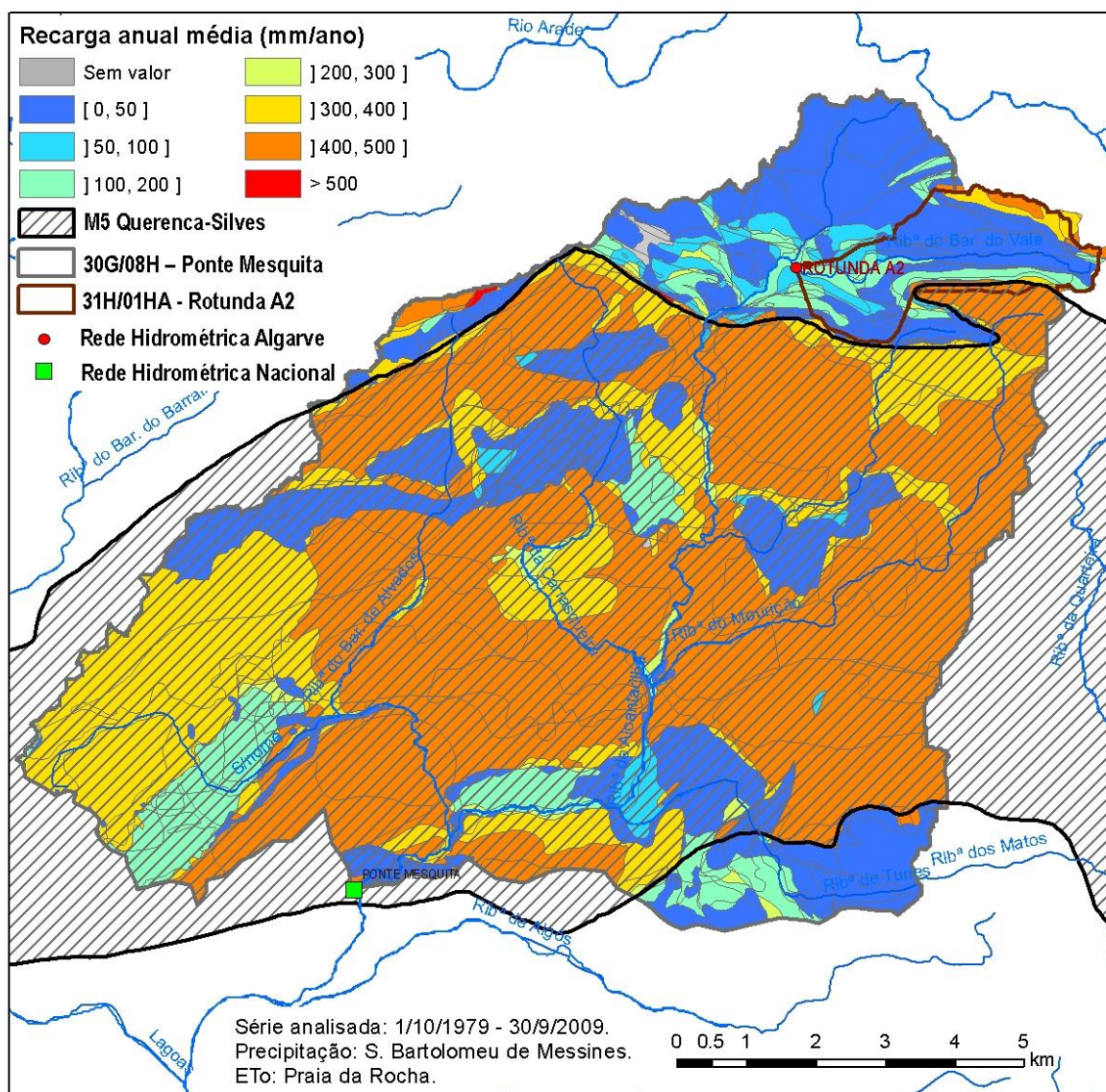


Figura 13 – Recarga anual média da sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita

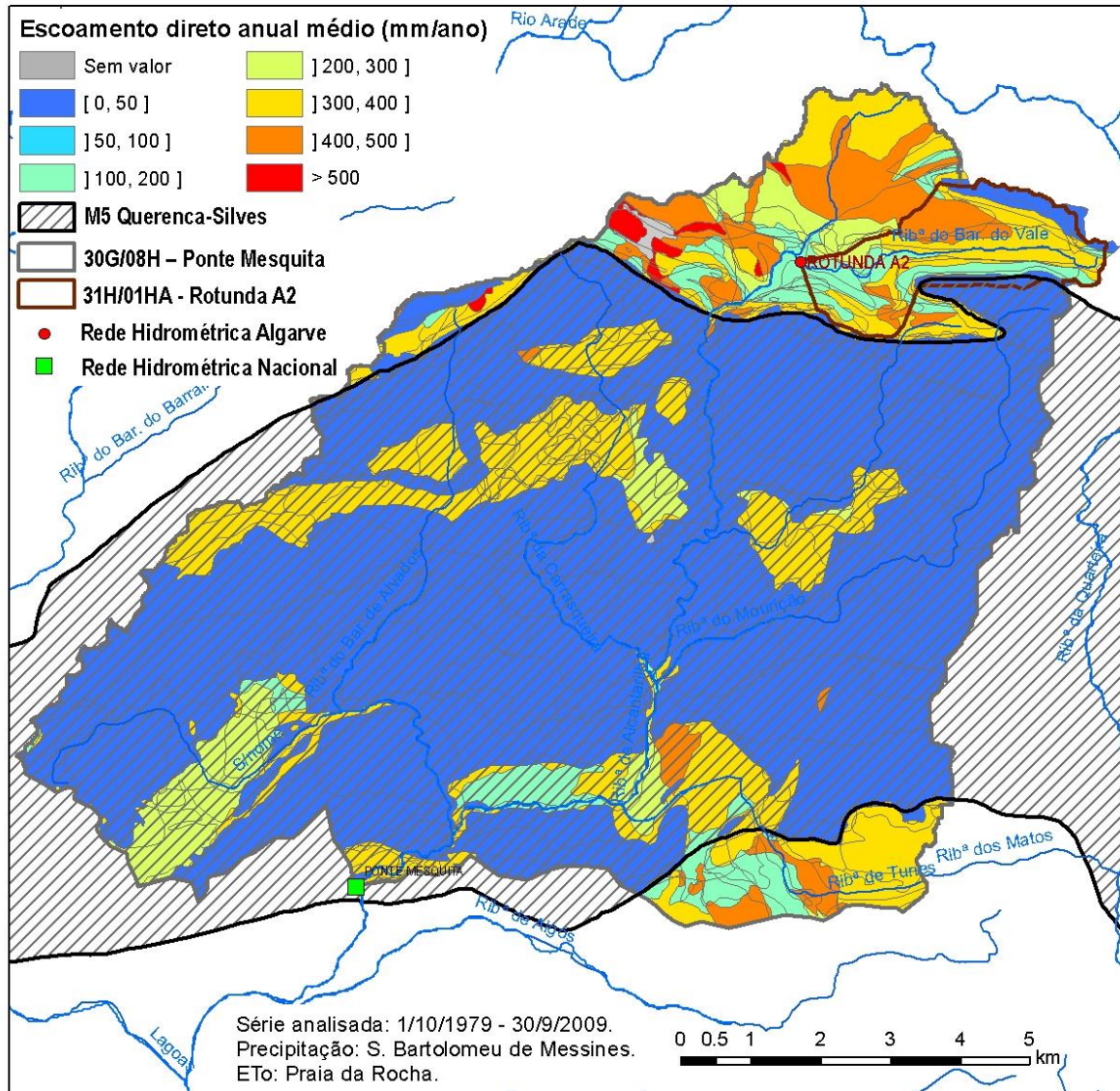


Figura 14 – Escoamento direto anual médio da sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita

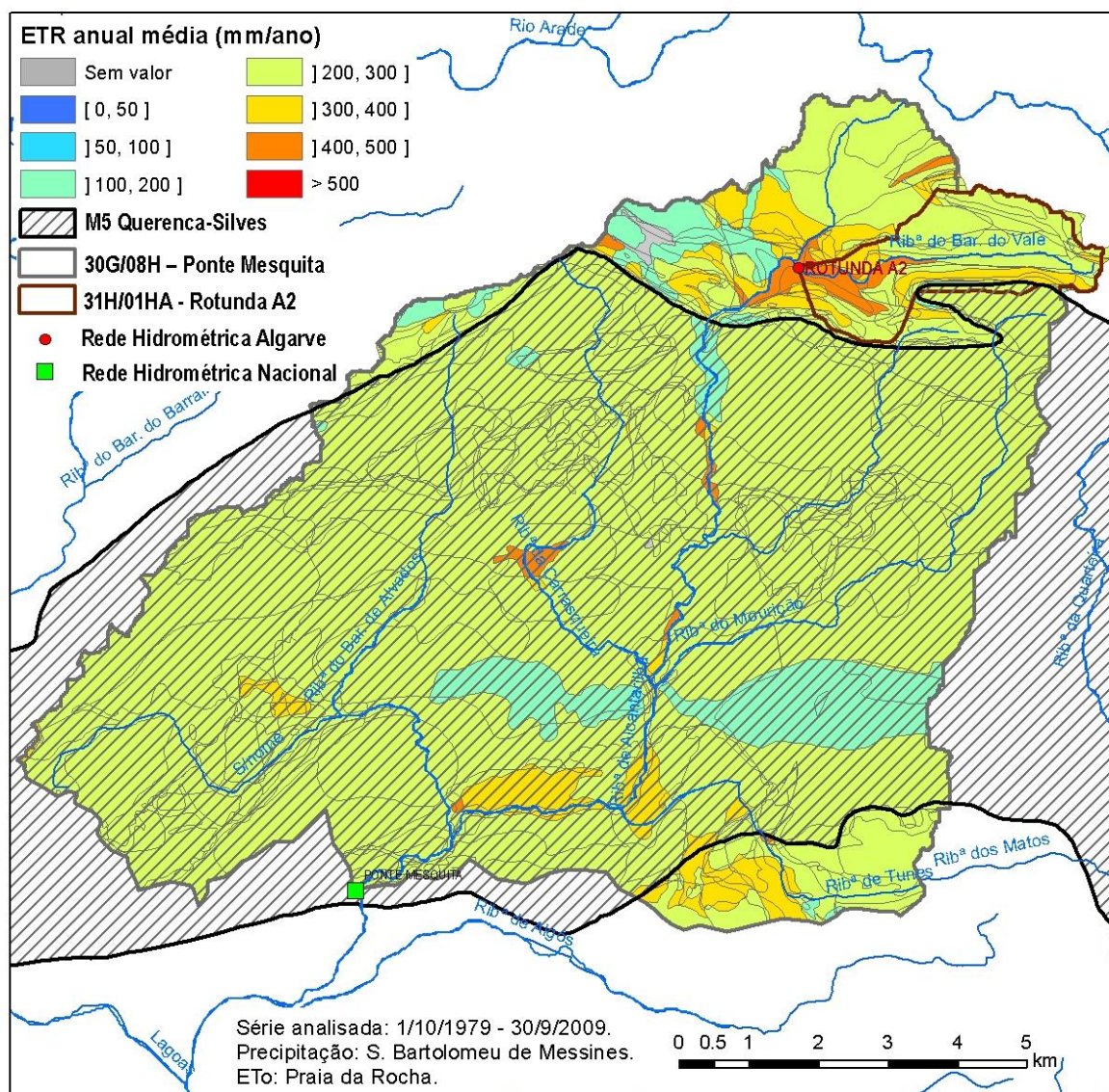


Figura 15 – Evapotranspiração real anual média da sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita

O Quadro 34 do Anexo apresenta os valores mensais dos vários processos para a totalidade da série analisada, desde 1/10/1979 até 30/09/2009. A Figura 16 representa a distribuição de probabilidade destes valores mensais, podendo-se constatar que, excluindo a ETR com valores muito próximos, as médias são superiores às medianas definindo distribuições assimétricas positivas, representando maior frequência de valores mensais mais baixos.

O Quadro 9 representa os valores anuais obtidos para cada um destes processos por ano hidrológico. Nas secções seguintes apresentam-se os mesmos resultados agregados para cada secção em que se dividiu a sub-bacia (área de drenagem exterior norte, área de drenagem exterior sul e sistema aquífero - Figura 8).

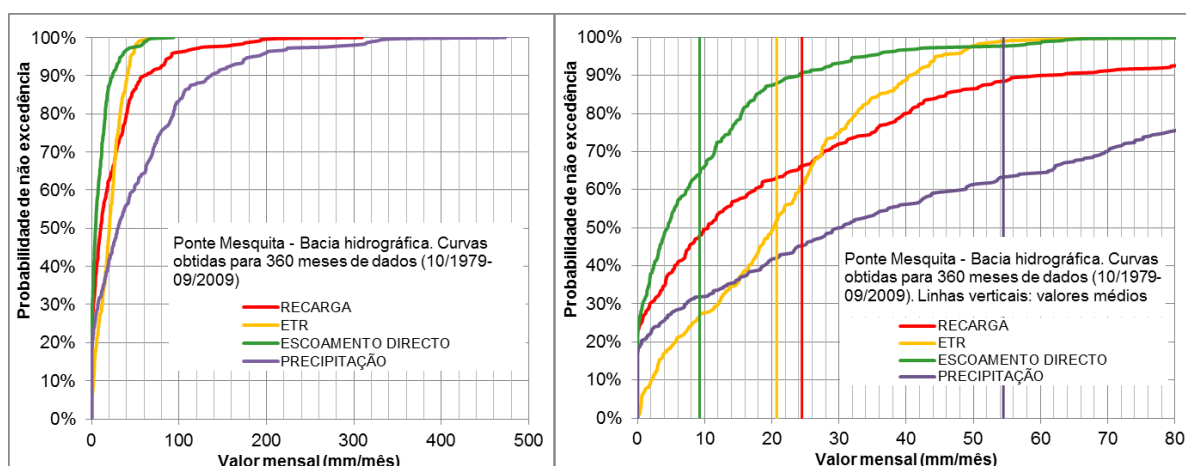


Figura 16 – Distribuição dos valores dos processos considerados no balanço hídrico da sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita

Quadro 9 – Balanço hídrico sequencial diário da área da sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita – dados anuais (unidades mm/ano)

Ano hidrológico	P	ET	Ed	Rec	Ano hidrológico	P	ET	Ed	Rec
1979/80	654	253	113	285	1994/95	390	169	64	158
1980/81	299	138	48	112	1995/96	1244	325	225	691
1981/82	569	221	96	243	1996/97	765	251	135	377
1982/83	413	181	69	174	1997/98	1032	329	184	517
1983/84	735	266	128	341	1998/99	364	167	59	141
1984/85	751	266	130	356	1999/00	674	287	113	279
1985/86	628	245	105	269	2000/01	909	286	161	447
1986/87	551	223	93	239	2001/02	642	282	104	260
1987/88	992	326	178	491	2002/03	636	279	102	267
1988/89	786	277	141	365	2003/04	594	264	94	235
1989/90	1096	305	202	592	2004/05	249	136	34	80
1990/91	662	277	110	276	2005/06	772	309	129	328
1991/92	382	166	63	151	2006/07	676	291	108	275
1992/93	475	208	77	191	2007/08	648	264	106	268
1993/94	612	251	103	260	2008/09	407	217	58	149
Média dos 30 anos						654	249	111	294

A exemplo da metodologia apresentada para a decomposição dos hidrogramas de escoamento apresenta-se na Figura 17 linhas de tendência, neste caso polinomial de grau 2, para relacionar os valores anuais de cada um dos processos considerados (ETR, escoamento direto e recarga) com a precipitação anual. Por outro lado, a Figura 18 apresenta de que forma a água de precipitação se separa em cada um dos processos considerados; neste caso, o valor da ETR é apresentado em conjunto com a variação de água no solo (ΔA) que, a nível anual, apresenta um valor residual.

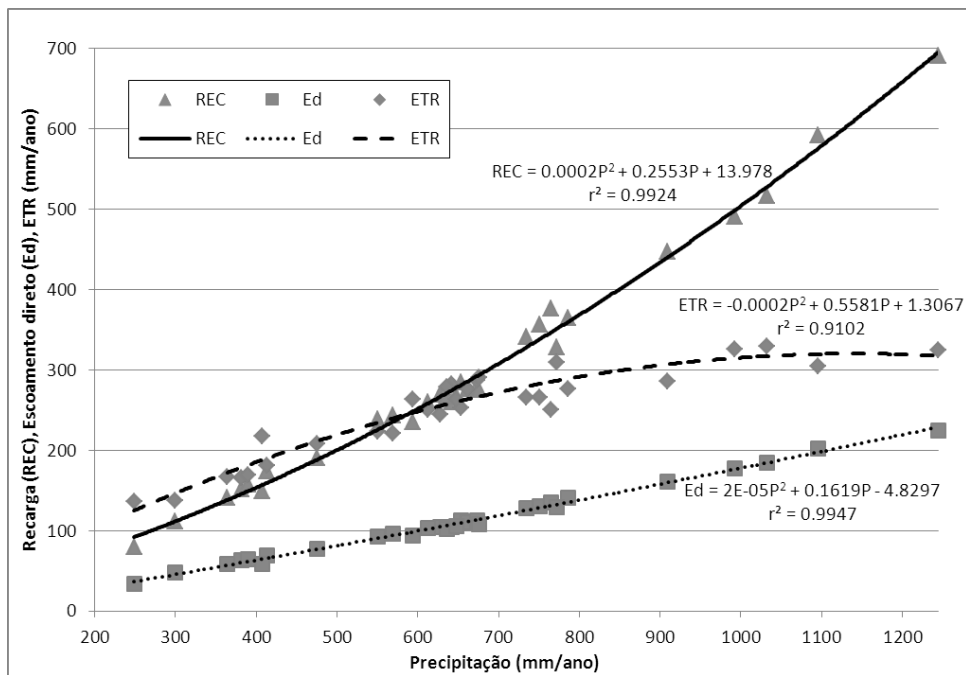


Figura 17 – Regressões lineares (polinomiais grau 2) da recarga anual, escoamento direto anual e ETR anual com a precipitação anual para a área da sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita (resultados do modelo BALSEQ_MOD)

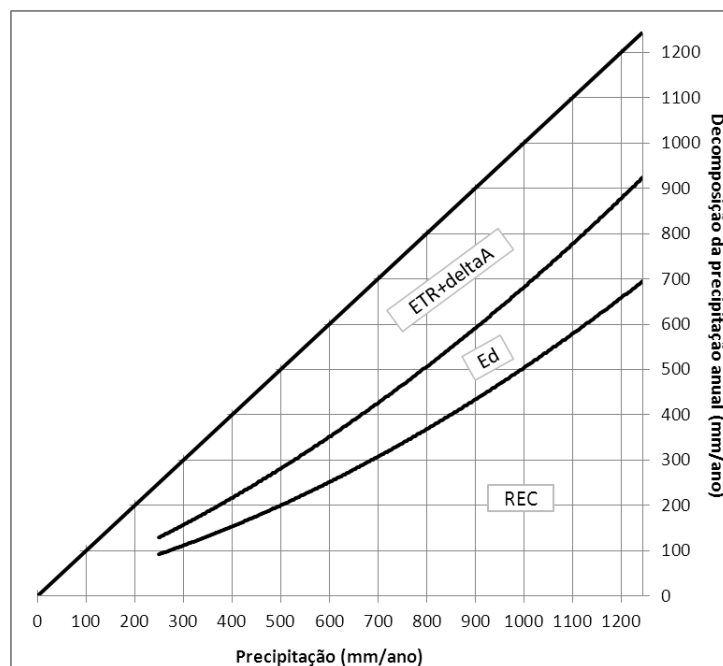


Figura 18 – Separação da precipitação anual nas diversas componentes do balanço hídrico (área da sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita – resultados do modelo BALSEQ_MOD)

4.1.3.2 Área de drenagem exterior norte do sistema aquífero Querença-Silves

O Quadro 35 do Anexo apresenta os valores mensais para cada um dos processos de recarga, escoamento direto e evapotranspiração, por ano hidrológico da série temporal analisada desde 1/10/1979 até 30/09/2009. A Figura 19 representa a distribuição de probabilidade destes valores mensais, podendo-se constatar que as médias são superiores às medianas definindo uma distribuição assimétrica positiva, o que representa maior frequência de valores mensais mais baixos.

O Quadro 10 sintetiza os valores anuais obtidos para cada um dos processos do balanço hídrico, por ano hidrológico da série temporal analisada. A distribuição espacial dos valores médios pode ser observada nas Figura 13 a Figura 15 (área a norte do limite norte do sistema aquífero Querença-Silves).

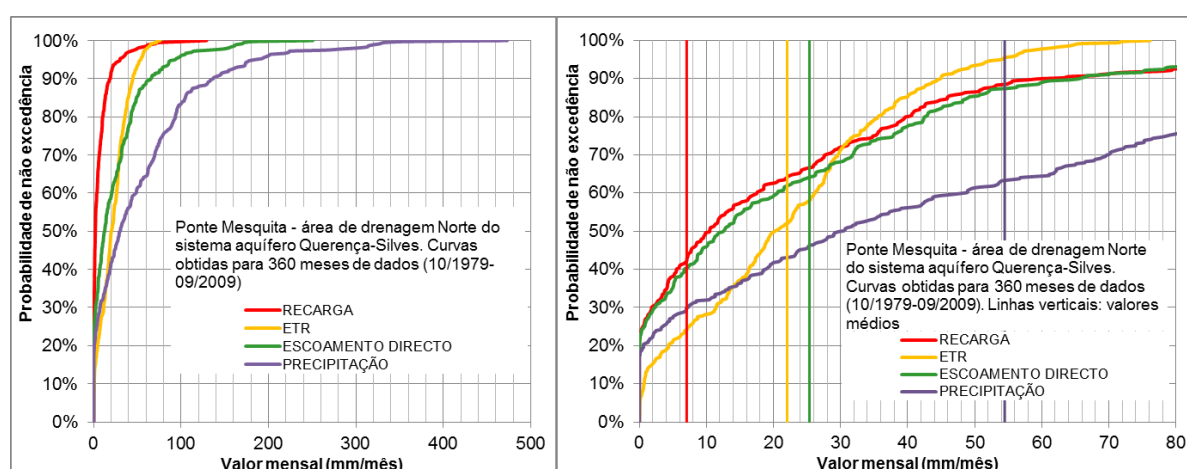


Figura 19 – Distribuição dos valores dos processos considerados no balanço hídrico da área de drenagem exterior norte do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita

Quadro 10 – Balanço hídrico sequencial diário da área de drenagem exterior norte do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita – dados anuais (unidades mm/ano)

Ano hidrológico	P	ET	Ed	Rec	Ano hidrológico	P	ET	Ed	Rec
1979/80	654	272	310	68	1994/95	390	180	179	35
1980/81	299	144	132	22	1995/96	1244	368	611	260
1981/82	569	240	264	59	1996/97	765	276	367	117
1982/83	413	196	189	38	1997/98	1032	354	502	175
1983/84	735	288	348	97	1998/99	364	179	162	29
1984/85	751	287	355	112	1999/00	674	295	311	69
1985/86	628	260	289	70	2000/01	909	306	440	148
1986/87	551	241	254	61	2001/02	642	295	287	67
1987/88	992	344	483	159	2002/03	636	291	282	76
1988/89	786	303	385	103	2003/04	594	272	260	63
1989/90	1096	341	548	208	2004/05	249	138	96	16
1990/91	662	284	303	75	2005/06	772	319	354	90
1991/92	382	174	174	30	2006/07	676	300	299	75
1992/93	475	222	212	43	2007/08	648	276	292	67
1993/94	612	263	284	68	2008/09	407	227	162	41
Média dos 30 anos						654	265	305	85

4.1.3.3 Área de drenagem exterior sul do sistema aquífero Querença-Silves

O Quadro 36 do Anexo apresenta os valores mensais para cada um dos processos de recarga, escoamento direto e evapotranspiração, por ano hidrológico da série temporal analisada desde 1/10/1979 até 30/09/2009. A Figura 20 representa a distribuição de probabilidade destes valores mensais, podendo-se constatar que, excluindo a ETR com valores muito próximos, as médias são superiores às medianas definindo distribuições assimétricas positivas, representando maior frequência de valores mensais mais baixos.

O Quadro 11 sintetiza os valores anuais obtidos para cada um dos processos do balanço hídrico, por ano hidrológico da série temporal analisada. A distribuição espacial dos valores médios pode ser observada nas Figura 13 a Figura 15 (área a sul do limite norte do sistema aquífero Querença-Silves).

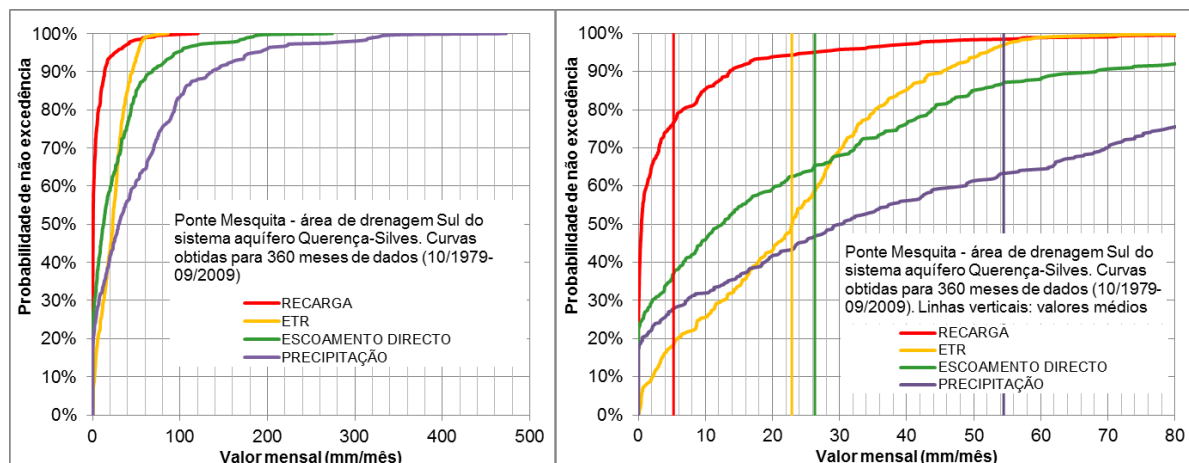


Figura 20 – Distribuição dos valores dos processos considerados no balanço hídrico da área de drenagem exterior sul do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita

Quadro 11 – Balanço hídrico sequencial diário da área de drenagem exterior sul do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita – dados anuais (unidades mm/ano)

Ano hidrológico	P	ET	Ed	Rec	Ano hidrológico	P	ET	Ed	Rec
1979/80	654	281	319	50	1994/95	390	190	181	19
1980/81	299	160	134	6	1995/96	1244	363	644	235
1981/82	569	247	274	37	1996/97	765	273	389	101
1982/83	413	199	198	29	1997/98	1032	365	525	140
1983/84	735	288	365	83	1998/99	364	188	166	11
1984/85	751	288	373	91	1999/00	674	317	318	44
1985/86	628	274	298	47	2000/01	909	315	461	118
1986/87	551	248	263	43	2001/02	642	312	294	43
1987/88	992	355	509	132	2002/03	636	302	289	57
1988/89	786	299	402	79	2003/04	594	292	264	36
1989/90	1096	340	581	179	2004/05	249	151	95	5
1990/91	662	306	310	48	2005/06	772	339	365	62
1991/92	382	190	177	13	2006/07	676	323	306	46
1992/93	475	233	218	24	2007/08	648	288	302	47
1993/94	612	275	292	48	2008/09	407	240	165	21
Média dos 30 anos						654	275	316	63

4.1.3.4 Área do sistema aquífero Querença-Silves

O Quadro 37 do Anexo apresenta os valores mensais para cada um dos processos de recarga, escoamento direto e evapotranspiração, por ano hidrológico da série temporal analisada desde 1/10/1979 até 30/09/2009. A Figura 21 representa a distribuição de probabilidade destes valores mensais, podendo-se constatar que, excluindo a ETR com valores muito próximos, as médias são superiores às medianas definindo distribuições assimétricas positivas, representando maior frequência de valores mensais mais baixos.

O Quadro 12 sintetiza os valores anuais obtidos para cada um dos processos do balanço hídrico, por ano hidrológico da série temporal analisada. A distribuição espacial dos valores médios pode ser observada nas Figura 13 a Figura 15 (área a sul do limite norte do sistema aquífero Querença-Silves).

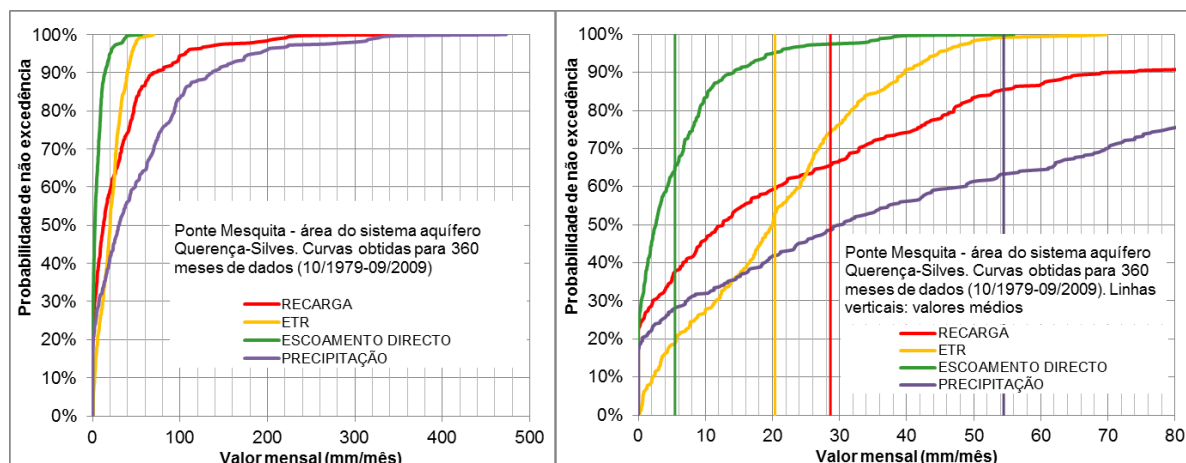


Figura 21 – Distribuição dos valores dos processos considerados no balanço hídrico da área do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita

Quadro 12 – Balanço hídrico sequencial diário da área do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita – dados anuais (unidades mm/ano)

Ano hidrológico	P	ET	Ed	Rec	Ano hidrológico	P	ET	Ed	Rec
1979/80	654	248	66	336	1994/95	390	167	38	187
1980/81	299	136	28	134	1995/96	1244	316	133	792
1981/82	569	217	57	287	1996/97	765	246	80	438
1982/83	413	177	41	206	1997/98	1032	322	109	598
1983/84	735	260	76	399	1998/99	364	164	35	168
1984/85	751	261	77	413	1999/00	674	284	66	329
1985/86	628	241	62	317	2000/01	909	281	96	519
1986/87	551	219	55	281	2001/02	642	279	61	306
1987/88	992	321	105	569	2002/03	636	275	60	312
1988/89	786	272	83	427	2003/04	594	261	55	277
1989/90	1096	296	120	683	2004/05	249	135	20	96
1990/91	662	274	64	325	2005/06	772	306	76	385
1991/92	382	163	37	180	2006/07	676	288	64	323
1992/93	475	204	45	226	2007/08	648	261	63	316
1993/94	612	248	61	306	2008/09	407	214	34	175
Média dos 30 anos						654	245	66	344

4.2 Área da sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 31H/01HA – Rotunda A2

4.2.1 Localização

A Figura 22 representa a área da sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica Rotunda A2, referindo as subáreas em que foi dividida para integrar os resultados da corrida do modelo de balanço hídrico sequencial diário.

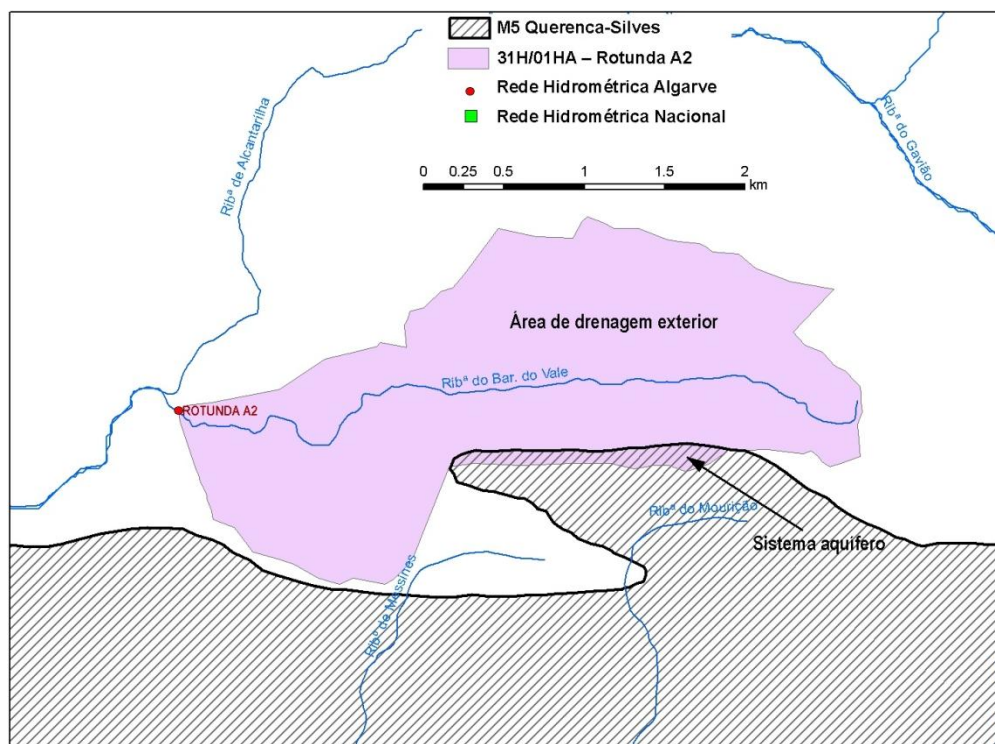


Figura 22 – Sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 31H/01HA – Rotunda A2 com indicação da área de afloramento do sistema aquífero Querença-Silves

4.2.2 Modelo de balanço hídrico sequencial diário

4.2.2.1 Área total da sub-bacia hidrográfica

As Figura 13 a Figura 15 representam espacialmente, na sua parte NE, os valores anuais médios de recarga, escoamento direto e evapotranspiração, respetivamente, para a área da sub-bacia hidrográfica a montante de Rotunda A2, obtidos pela corrida do modelo de balanço hídrico sequencial diário.

O Quadro 38 do Anexo apresenta os valores mensais para a totalidade da série analisada, desde 1/10/1979 até 30/09/2009. Estes valores deram origem às funções de distribuição de probabilidade representadas na Figura 23. Nas secções seguintes apresentam-se os mesmos

resultados agregados para cada secção em que se dividiu a sub-bacia (área de drenagem exterior e sistema aquífero).

O Quadro 13 sintetiza, por ano hidrológico, os valores obtidos para cada um destes processos.

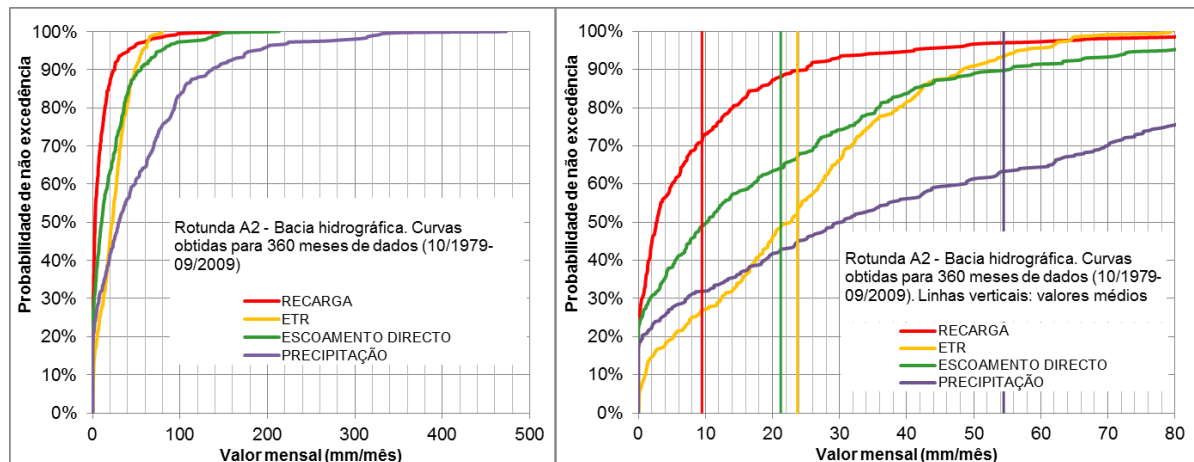


Figura 23 – Distribuição dos valores dos processos considerados no balanço hídrico da sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 31H/01HA – Rotunda A2

Quadro 13 – Balanço hídrico sequencial diário da área da sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 31H/01HA – Rotunda A2 – dados anuais (unidades mm/ano)

Ano hidrológico	P	ET	Ed	Rec	Ano hidrológico	P	ET	Ed	Rec
1979/80	654	298	261	89	1994/95	390	197	149	48
1980/81	299	158	110	30	1995/96	1244	380	515	343
1981/82	569	261	221	79	1996/97	765	294	309	157
1982/83	413	217	158	50	1997/98	1032	372	423	235
1983/84	735	310	292	130	1998/99	364	196	135	39
1984/85	751	305	298	151	1999/00	674	321	260	94
1985/86	628	281	241	96	2000/01	909	322	371	200
1986/87	551	262	212	83	2001/02	642	320	239	90
1987/88	992	361	407	215	2002/03	636	314	234	102
1988/89	786	327	325	141	2003/04	594	294	216	84
1989/90	1096	359	463	277	2004/05	249	150	78	22
1990/91	662	308	253	102	2005/06	772	341	296	124
1991/92	382	192	145	41	2006/07	676	323	249	101
1992/93	475	242	176	58	2007/08	648	301	244	90
1993/94	612	285	238	92	2008/09	407	247	132	53
Média dos 30 anos						654	285	255	114

4.2.2.2 Área de drenagem exterior do sistema aquífero Querença-Silves

As Figura 13 a Figura 15 representam espacialmente, na sua parte NE, a norte do limite norte do sistema aquífero Querença-Silves, os valores anuais médios de recarga, escoamento direto e evapotranspiração para a área da sub-bacia hidrográfica a montante de Rotunda A2 que não faz parte do sistema aquífero Querença-Silves, mas cujas águas de escoamento direto e eventualmente de escoamento subterrâneo drenam para ele podendo infiltrar-se.

O Quadro 39 do Anexo apresenta os valores mensais para a totalidade da série analisada, desde 1/10/1979 até 30/09/2009. A Figura 24 representa as funções de distribuição de probabilidade dos valores mensais dos processos modelados.

O Quadro 14 sintetiza os valores obtidos para cada um destes processos por ano hidrológico.

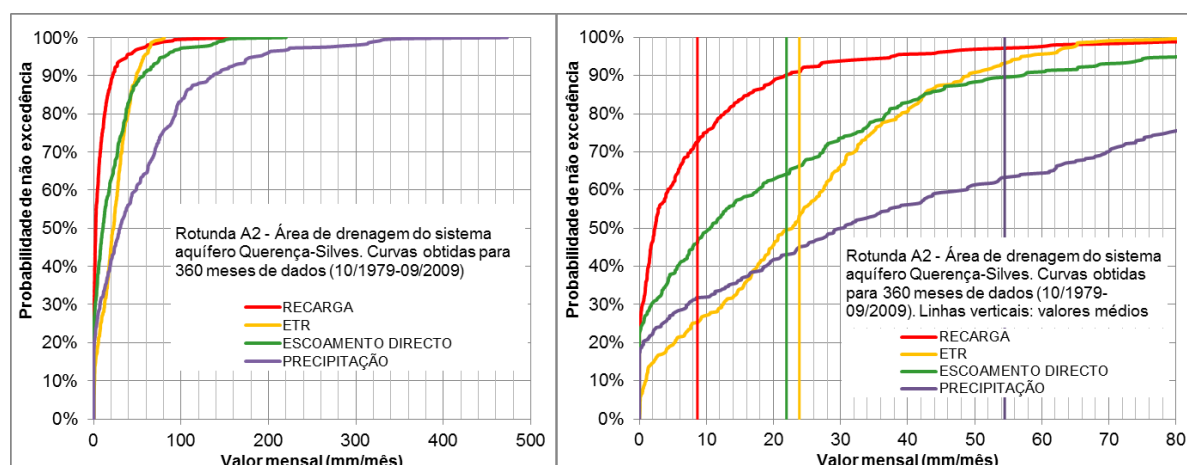


Figura 24 – Distribuição dos valores dos processos considerados no balanço hídrico da área de drenagem exterior do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 31H/01HA – Rotunda A2

Quadro 14 – Balanço hídrico sequencial diário da área de drenagem exterior do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 31H/01HA – Rotunda A2 – dados anuais (unidades mm/ano)

Ano hidrológico	P	ET	Ed	Rec	Ano hidrológico	P	ET	Ed	Rec
1979/80	654	301	269	79	1994/95	390	198	154	42
1980/81	299	159	113	26	1995/96	1244	383	531	323
1981/82	569	263	228	70	1996/97	765	296	319	144
1982/83	413	219	163	44	1997/98	1032	375	437	219
1983/84	735	312	302	118	1998/99	364	197	139	34
1984/85	751	307	307	140	1999/00	674	322	269	83
1985/86	628	283	249	86	2000/01	909	324	383	186
1986/87	551	264	219	75	2001/02	642	322	247	80
1987/88	992	363	420	200	2002/03	636	316	242	93
1988/89	786	329	335	128	2003/04	594	296	223	76
1989/90	1096	362	478	259	2004/05	249	151	80	18
1990/91	662	309	261	92	2005/06	772	343	306	113
1991/92	382	193	150	36	2006/07	676	325	257	92
1992/93	475	244	182	50	2007/08	648	302	252	80
1993/94	612	287	245	83	2008/09	407	249	136	47
Média dos 30 anos						654	286	263	104

4.2.2.3 Área do sistema aquífero Querença-Silves

A área da sub-bacia hidrográfica a montante de Rotunda A2 que faz parte do próprio sistema aquífero é muito reduzida (0,16 km²), podendo os valores médios correspondentes a cada um dos processos ser observados nas Figura 13 a Figura 15.

O Quadro 40 do Anexo apresenta os valores mensais para a totalidade da série analisada, desde 1/10/1979 até 30/09/2009. Estes valores encontram-se representados na Figura 25 sob a forma de funções de distribuição de probabilidade.

O Quadro 15 representa os valores obtidos para cada um destes processos por ano hidrológico.

Note-se que como nesta área do sistema aquífero se considera que as formações geológicas aflorantes e em profundidade são carsificadas, o escoamento direto que se estima é nulo constituindo todo o volume de água não consumido no processo de evapotranspiração recarga do aquífero.

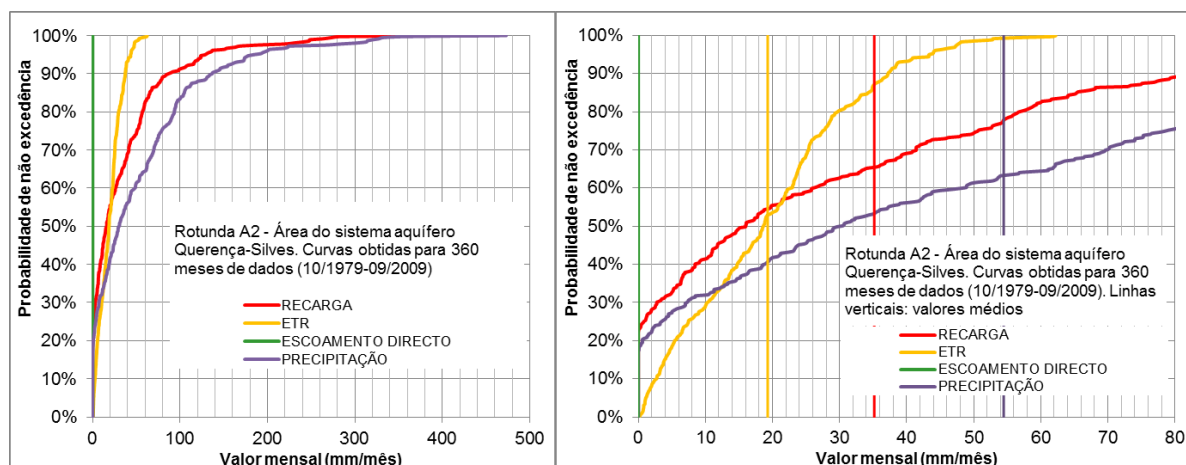


Figura 25 – Distribuição dos valores dos processos considerados no balanço hídrico da área do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 31H/01HA – Rotunda A2

Quadro 15 – Balanço hídrico sequencial diário da área do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 31H/01HA – Rotunda A2 – dados anuais (unidades mm/ano)

Ano hidrológico	P	ET	Ed	Rec	Ano hidrológico	P	ET	Ed	Rec
1979/80	654	234	0	417	1994/95	390	159	0	232
1980/81	299	127	0	170	1995/96	1244	294	0	946
1981/82	569	201	0	359	1996/97	765	233	0	531
1982/83	413	172	0	254	1997/98	1032	297	0	730
1983/84	735	247	0	488	1998/99	364	156	0	211
1984/85	751	247	0	504	1999/00	674	275	0	404
1985/86	628	226	0	392	2000/01	909	262	0	632
1986/87	551	208	0	347	2001/02	642	265	0	379
1987/88	992	305	0	693	2002/03	636	267	0	385
1988/89	786	256	0	525	2003/04	594	248	0	345
1989/90	1096	272	0	826	2004/05	249	129	0	121
1990/91	662	262	0	401	2005/06	772	290	0	476
1991/92	382	154	0	226	2006/07	676	271	0	402
1992/93	475	192	0	283	2007/08	648	250	0	388
1993/94	612	238	0	376	2008/09	407	205	0	219
Média dos 30 anos						654	231	0	422

5 Sub-bacias hidrográficas a montante da estação hidrométrica 30H/02HA – Purgatório

5.1 Área da sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30H/02HA – Purgatório

5.1.1 Localização

A Figura 26 representa a área da sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica para a qual se aplicou o método da decomposição dos hidrogramas de escoamento superficial e as subáreas em que foi dividida para integrar os resultados da corrida do modelo de balanço hídrico sequencial diário.

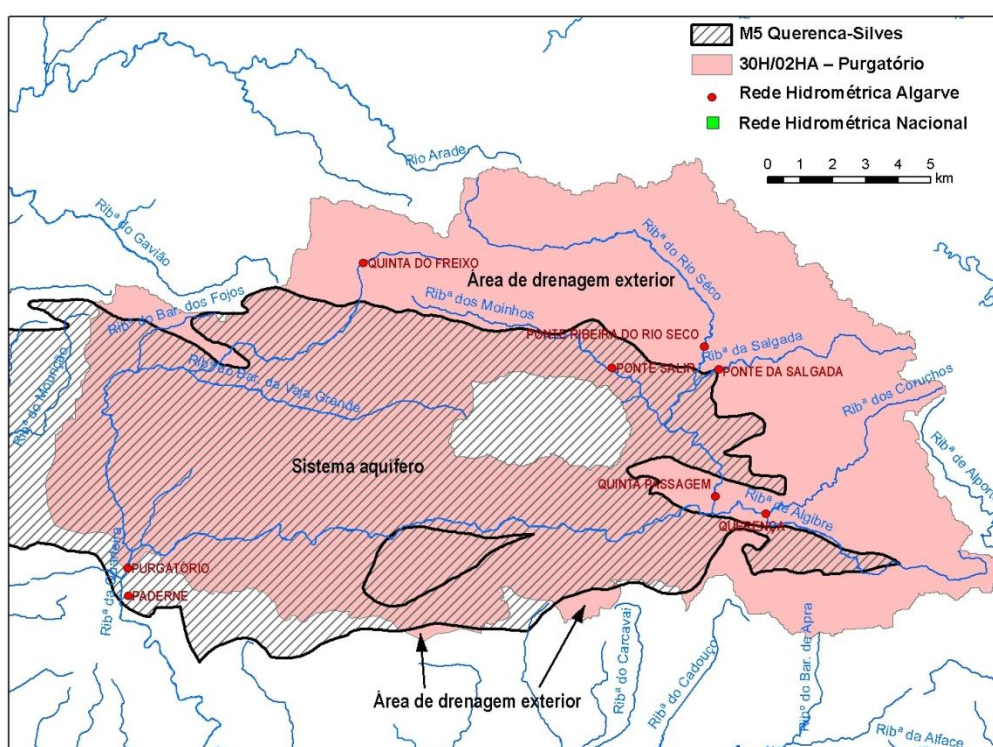


Figura 26 – Sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30H/02HA – Purgatório com indicação da área de afloramento do sistema aquífero Querença-Silves

5.1.2 Decomposição do hidrograma de escoamento superficial

A estação hidrométrica 30H/02HA – Purgatório situa-se na ribeira de Quarteira. Mais a montante num dos seus afluentes está instalada a estação hidrométrica do Quinta Passagem, para a qual também se aplicou o método da decomposição do hidrograma de escoamento superficial (secção 5.4.1.2).

Os Quadro 16 e Quadro 17 apresentam os resultados obtidos para a estação hidrométrica 30H/02HA – Purgatório. A Figura 27 interpreta os valores mensais, dividindo a precipitação em três variáveis distintas: o escoamento direto (E_d), o escoamento de base (E_b) e o remanescente da

precipitação que se distribui pelos restantes processos possíveis: evapotranspiração (ETR), variação do armazenamento de água no solo e no aquífero (ΔA), escoamento subterrâneo que não descarrega para a superfície na zona da estação de medição (Ebs), e eventuais extrações antropogénicas de água subterrânea ou superficial (Hs). Note-se que nas condições ideais de aplicação do método da decomposição dos hidrogramas de escoamento, toda a água que se infiltra deve aflorar na secção de medição do caudal (ou seja $Ebs = 0$). Contudo tratando-se este caso de um meio muito carsificado, grande parte da água que precipita na sub-bacia infiltra-se não aflorando dentro da sub-bacia, como o demonstram os caudais medidos na estação hidrométrica, que são muito reduzidos em relação à precipitação que ocorre. Isto significa que Ebs deverá ter um valor significativo e que Eb é um estimador muito por defeito da recarga do sistema aquífero.

A Figura 28 mostra a distribuição dos escoamentos de base diários. Como se pode verificar, o escoamento de base médio é inferior a 0,03 mm/d e durante mais de 270 dias no ano não é estimado escoamento de base.

Quadro 16 – Decomposição do escoamento superficial diário registado na estação hidrométrica 30H/02HA – Purgatório – dados mensais (unidades mm/mês)

A.H. Mês	2005/06				2006/07				2007/08			
	P	E	Ed	Eb	P	E	Ed	Eb	P	E	Ed	Eb
Out	130,4	0,0	0,0	0,0	140,2	1,4	1,4	0,0	40,0	0,0	0,0	0,0
Nov	182,8	37,8	37,6	0,2	161,5	29,5	28,2	1,3	58,1	0,0	0,0	0,0
Dez	59,2	0,8	0,8	0,0	46,3	13,3	5,0	8,3	76,3	2,2	2,2	0,0
Jan	86,3	6,4	6,2	0,2	10,6	0,5	0,1	0,4	58,9	0,7	0,7	0,0
Fev	79,9	8,9	6,5	2,5	78,8	1,1	0,9	0,2	76,2	4,6	4,6	0,0
Mar	124,4	29,8	20,8	9,0	18,6	0,1	0,0	0,1	33,1	0,0	0,0	0,0
Abr	42,4	4,9	0,3	4,6	47,7	0,1	0,1	0,0	115,9	37,8	34,7	3,0
Mai	0,8	0,3	0,0	0,3	50,4	0,0	0,0	0,0	70,1	0,8	0,1	0,7
Jun	37,3	0,0	0,0	0,0	22,8	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0
Jul	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ago	24,7	0,0	0,0	0,0	11,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Set	41,8	0,0	0,0	0,0	44,5	0,0	0,0	0,0	67,7	0,0	0,0	0,0

Quadro 17 – Decomposição do escoamento superficial diário registado na estação hidrométrica 30H/02HA – Purgatório – dados anuais (unidades mm/ano)

Ano hidrológico	P	E	Ed	Eb	ETR+ ΔA +Ebs+Hs
2005/2006	810,1	88,9	72,3	16,7	721,2
2006/2007	632,4	46,2	35,8	10,4	586,2
2007/2008	596,6	46,0	42,3	3,8	550,6
Média	679,7	60,4	50,1	10,3	619,3

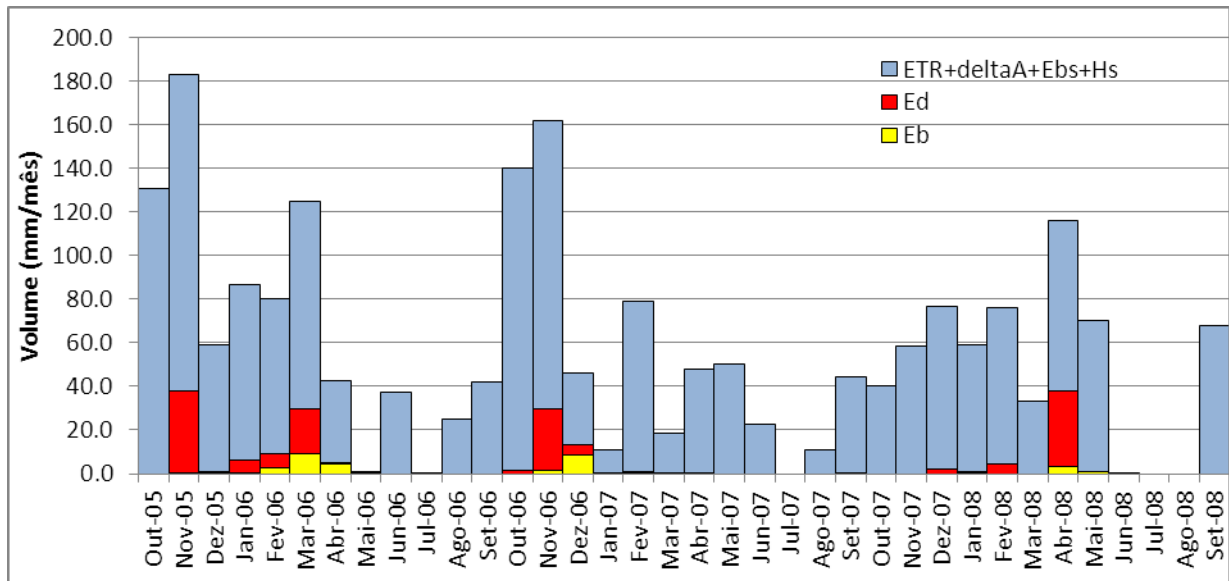


Figura 27 – Resultados da decomposição do hidrograma de escoamento superficial na estação hidrométrica 30H/02HA – Purgatório

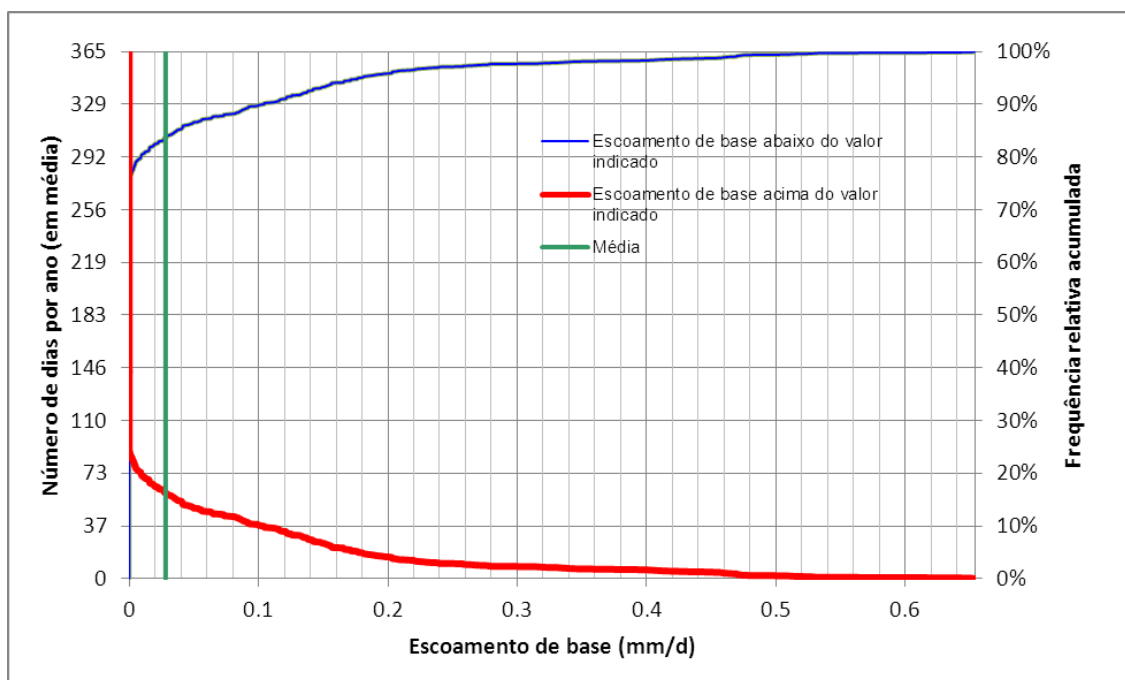


Figura 28 – Distribuição do escoamento de base diário estimado na estação hidrométrica do 30H/02HA – Purgatório

Com base nos resultados obtidos da decomposição dos hidrogramas fez-se o ajustamento de retas de regressão linear aos três valores anuais, tendo-se extraído as equações que permitem definir as diversas formas de escoamento anual em função da precipitação anual (Figura 29). Dado que apenas se utilizaram três valores anuais estas equações não podem ser representativas dos processos do balanço hídrico. Por exemplo, a situação que se verifica para a Quinta da Passagem onde há uma grande dispersão de valores em torno das retas não poderia aqui existir devido à escassez de dados

(ver secção 5.4.1.2). O diagrama da Figura 30 mostra, com base nestas mesmas retas, a distribuição da precipitação anual pelos diversos processos em que se distribui. De acordo com esta figura até cerca de 400 mm/ano a precipitação não provoca escoamento na bacia, sendo toda a água precipitada infiltrada, contribuindo para o armazenamento no solo e do aquífero, a evapotranspiração, o escoamento subterrâneo para fora da bacia ou sendo captada por ação humana. O que acontece nesta sub-bacia hidrográfica é que a maior parte da água que não constitui escoamento superficial (direto ou de base) deve sair dos limites da sub-bacia por escoamento subterrâneo e evapotranspiração.

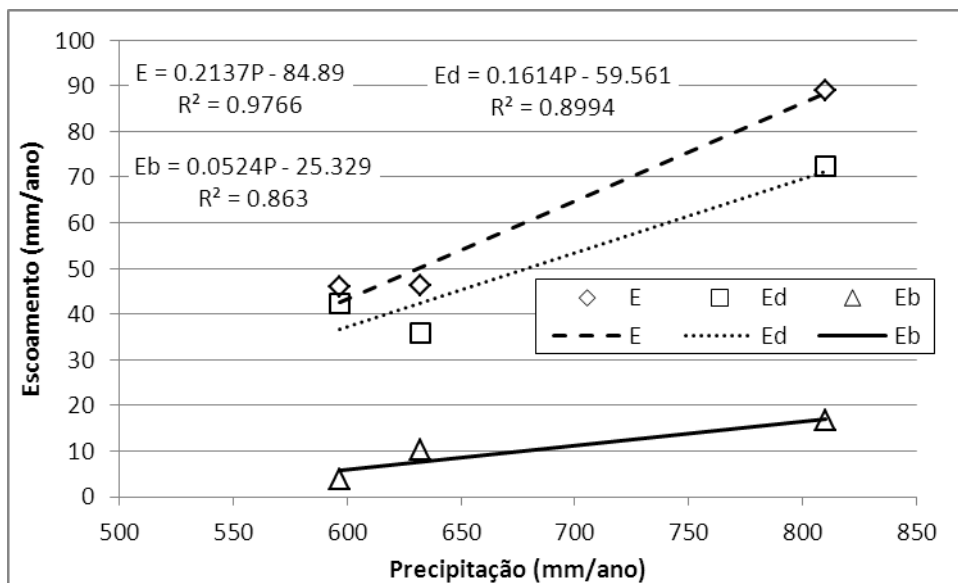


Figura 29 – Regressões lineares das diversas formas do escoamento superficial com a precipitação na estação hidrométrica 30H/02HA – Purgatório

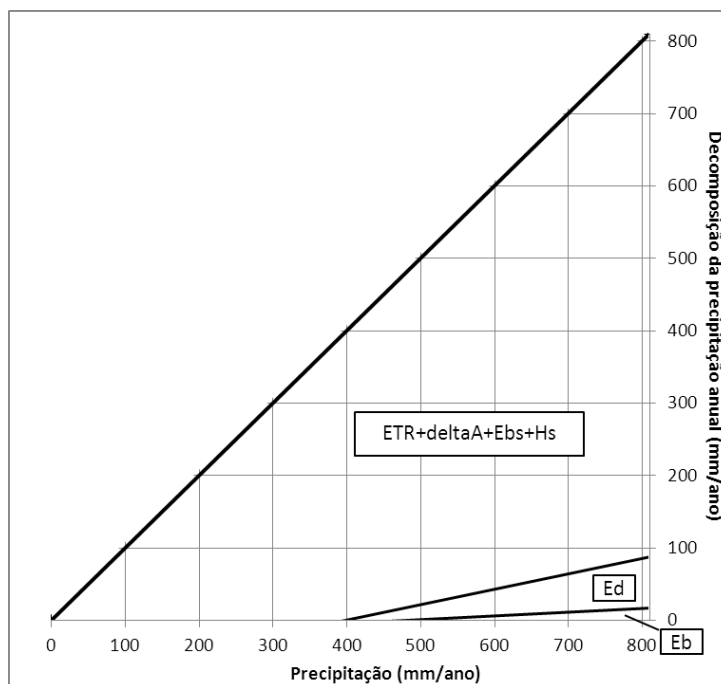


Figura 30 – Decomposição da precipitação anual nas diversas componentes do balanço hídrico (estação hidrométrica 30H/02HA – Purgatório)

Para além da nascente de Fonte Benémola e da nascente localizada próxima da povoação de Cerro das Casas e Almarginho, identificadas na sub-bacia hidrográfica a montante de Quinta da Passagem, existem outras nascentes que descarregam nesta sub-bacia hidrográfica dentro ou no limite do sistema aquífero Querença-Silves, nomeadamente, com monitorização no SNIRH, Alte (587/23 e 587/24) e Fonte Filipe (597/113). Cerca de 1000 m a jusante da estação hidrométrica regista-se também um ponto de descarga importante do sistema aquífero, a Fonte de Paderne (596/263).

Se se comparar os resultados agora obtidos com os obtidos para a sub-bacia hidrográfica de Quinta Passagem (secção 5.4.1.2), situada numa das partes montantes da sub-bacia hidrográfica agora em análise, utilizando o único período de informação comum (anos hidrológicos 2005/06 e 2006/07), verifica-se que o volume de água escoado neste período no Purgatório é pouco superior ao volume de água escoado na Quinta da Passagem, isto apesar da sub-bacia hidrográfica do Purgatório ter o triplo da área e o triplo da precipitação (Quadro 18). Por sua vez, o escoamento de base estimado na Quinta da Passagem apresenta o dobro do volume do escoamento de base estimado no Purgatório, o que significa que parte do escoamento de base que se registou a montante foi utilizado noutros processos como sejam a extração de água, a evaporação, ou, o que é mais pertinente, a infiltração ao longo do curso de água e consequente recarga do sistema aquífero. Estes factos demonstram que no caso deste sistema aquífero não se consegue estimar a sua recarga através do escoamento de base e daí a necessidade de se aplicar uma metodologia alternativa como o balanço hídrico sequencial diário.

Quadro 18 – Comparação dos resultados das decomposições dos escoamentos superficiais diários registados nas estações hidrométricas 30I/05HA – Quinta Passagem e 30H/02HA – Purgatório – médias dos anos hidrológicos 2005/06 e 2006/07

Estação hidrométrica	Unidades mm/ano					Unidades hm ³ /ano				
	P	E	Ed	Eb	ETR+deltaA + Ebs+Hs	P	E	Ed	Eb	ETR+deltaA + Ebs+Hs
Quinta Passagem	730,5	186,0	102,7	83,3	544,6	67,8	17,3	9,5	7,7	50,5
Purgatório	721,3	67,6	54,1	13,6	653,7	203,5	19,1	15,3	3,8	184,5

5.1.3 Modelo de balanço hídrico sequencial diário

5.1.3.1 Área total da sub-bacia hidrográfica

As Figura 31 a Figura 33 representam espacialmente os valores anuais médios de recarga, escoamento direto e evapotranspiração, respetivamente, para a área da sub-bacia hidrográfica a montante do Purgatório, obtidos pela aplicação do modelo de balanço hídrico sequencial diário.

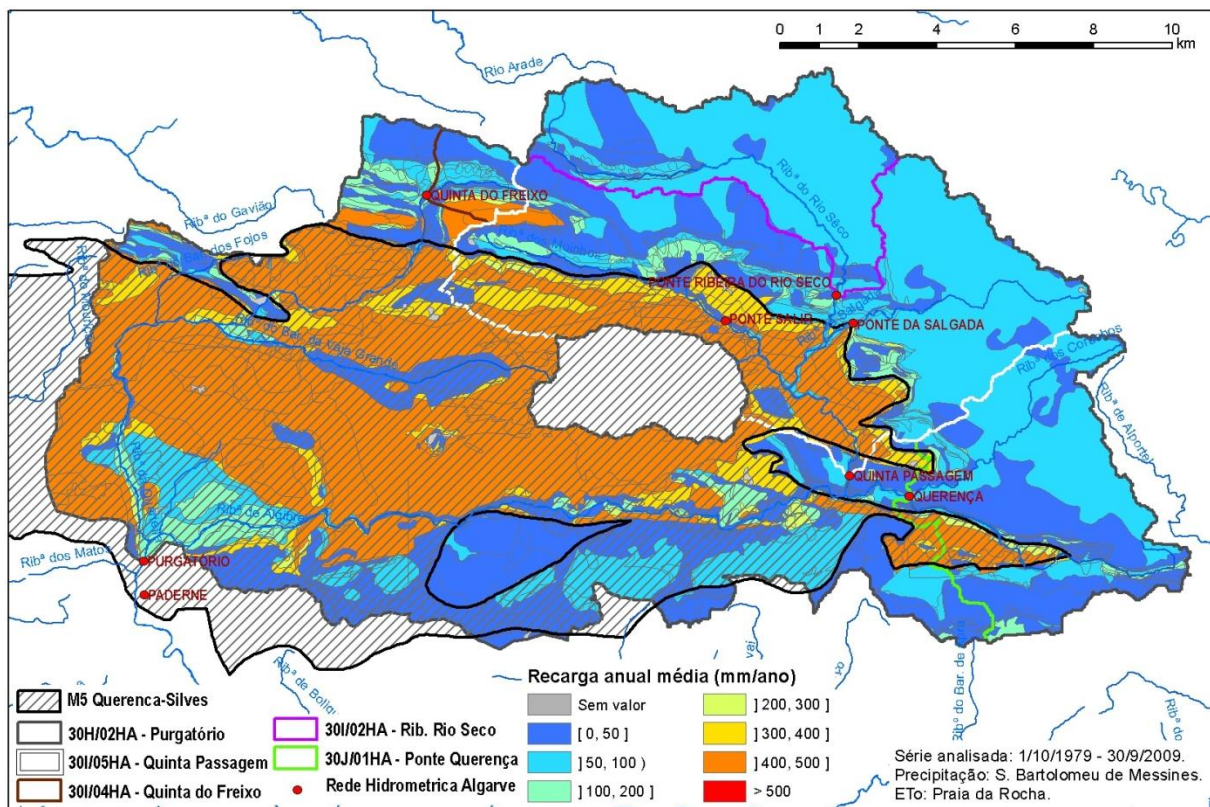


Figura 31 – Recarga anual média na área da sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30H/02HA – Purgatório

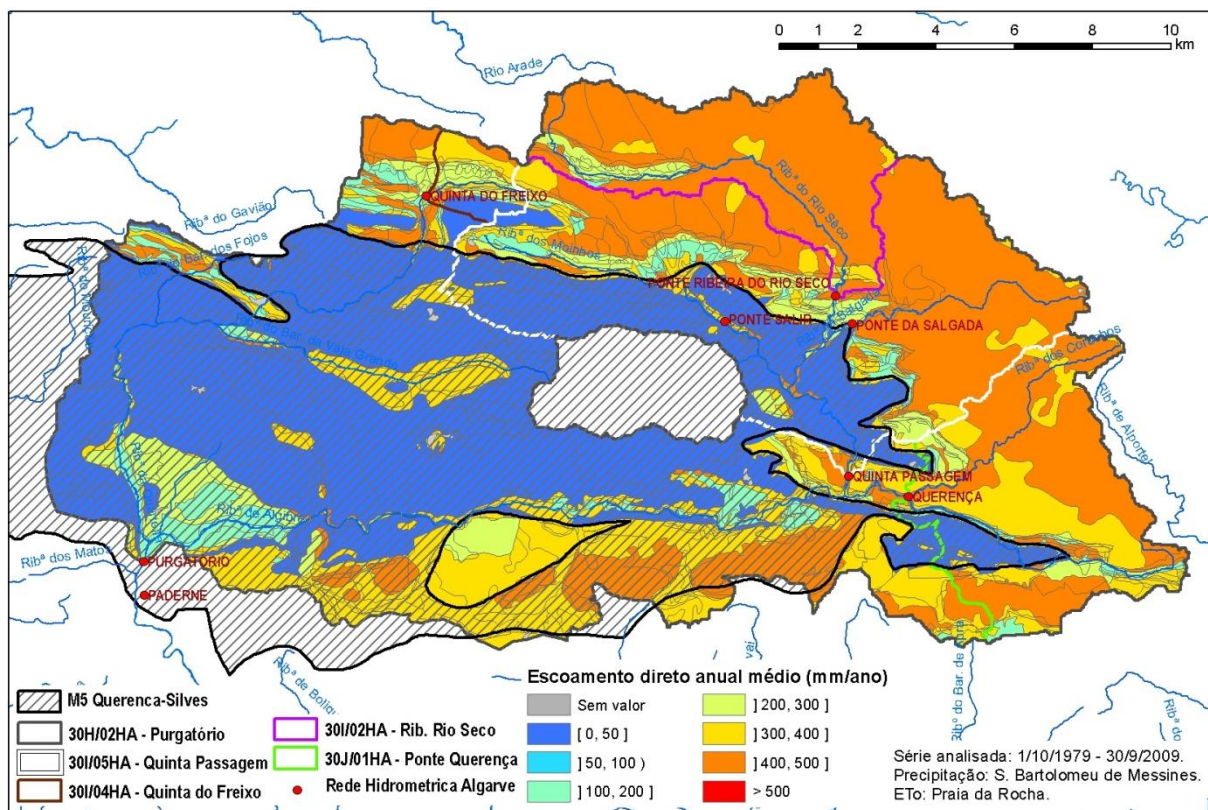


Figura 32 – Escoamento direto anual médio na área da sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30H/02HA – Purgatório

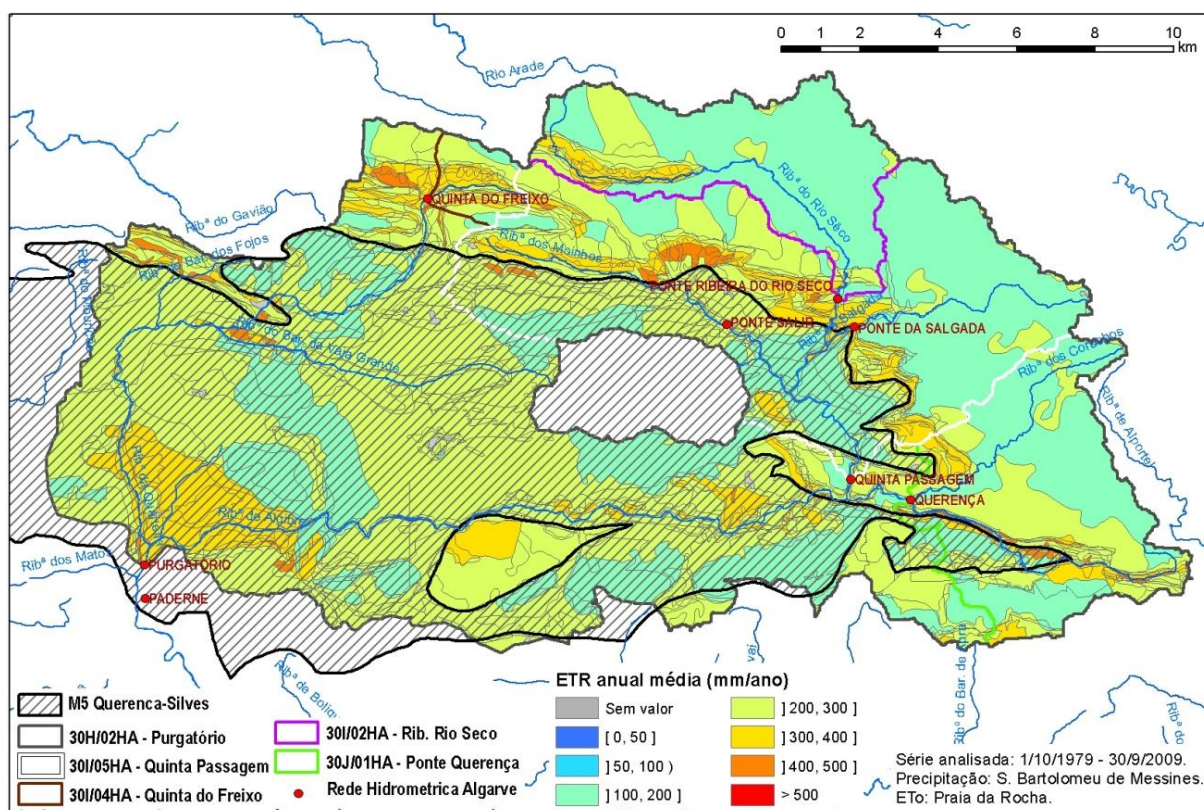


Figura 33 – Evapotranspiração real anual média na área da sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30H/02HA – Purgatório

A Figura 34 apresenta a função de distribuição de probabilidade dos valores mensais obtidos para cada processo do balanço hídrico, considerando a totalidade da série analisada, desde 1/10/1979 até 30/09/2009. O Quadro 41 em Anexo apresenta os valores mensais.

O Quadro 19 sintetiza os valores obtidos para cada um destes processos por ano hidrológico. Nas secções seguintes apresentam-se os mesmos resultados agregados para cada secção em que se dividiu a sub-bacia (área de drenagem e sistema aquífero).

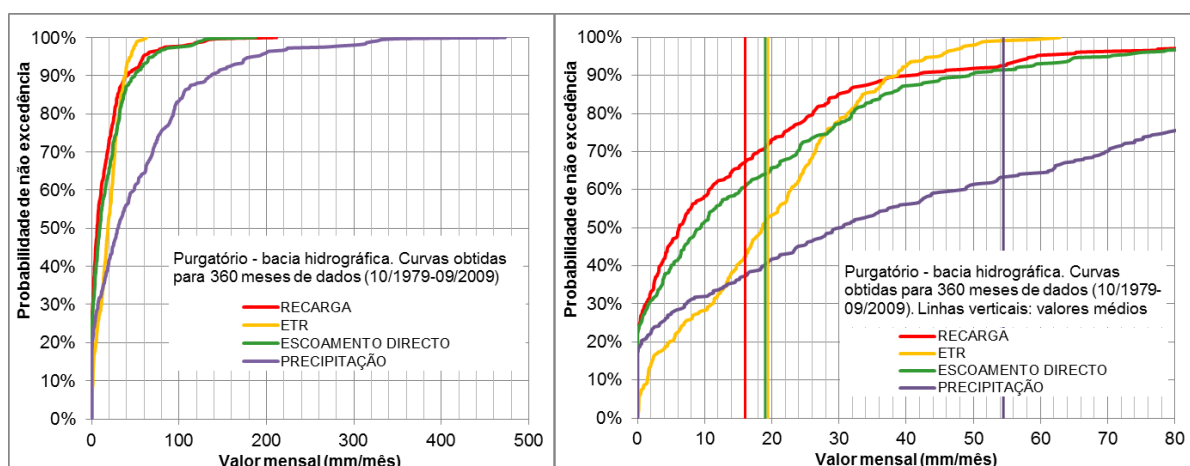


Figura 34 – Distribuição dos valores dos processos considerados no balanço hídrico da sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30H/02HA – Purgatório

Quadro 19 – Balanço hídrico sequencial diário da área da sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30H/02HA – Purgatório – dados anuais (unidades mm/ano)

Ano hidrológico	P	ET	Ed	Rec	Ano hidrológico	P	ET	Ed	Rec
1979/80	654	238	232	181	1994/95	390	159	134	100
1980/81	299	130	100	69	1995/96	1244	316	458	467
1981/82	569	209	198	156	1996/97	765	237	276	250
1982/83	413	170	143	111	1997/98	1032	308	376	345
1983/84	735	249	261	224	1998/99	364	159	122	86
1984/85	751	247	267	238	1999/00	674	264	234	179
1985/86	628	229	217	174	2000/01	909	265	330	300
1986/87	551	209	192	155	2001/02	642	263	215	169
1987/88	992	304	362	326	2002/03	636	257	211	179
1988/89	786	263	288	235	2003/04	594	245	194	154
1989/90	1096	292	410	395	2004/05	249	128	71	51
1990/91	662	255	228	180	2005/06	772	287	265	214
1991/92	382	155	131	93	2006/07	676	270	224	181
1992/93	475	195	159	121	2007/08	648	247	219	173
1993/94	612	234	213	167	2008/09	407	202	121	102
Média dos 30 anos						654	233	228	192

A exemplo da metodologia apresentada para a decomposição dos hidrogramas de escoamento apresenta-se na Figura 35 linhas de tendência, neste caso polinomial de grau 2, para relacionar os valores anuais de cada um dos processos considerados (ETR, escoamento direto e recarga) com a precipitação anual. Por outro lado, a Figura 36 apresenta de que forma a água de precipitação se separa em cada um dos processos considerados; neste caso, o valor da ETR é apresentado em conjunto com a variação de água no solo (ΔA) que, a nível anual, apresenta um valor residual.

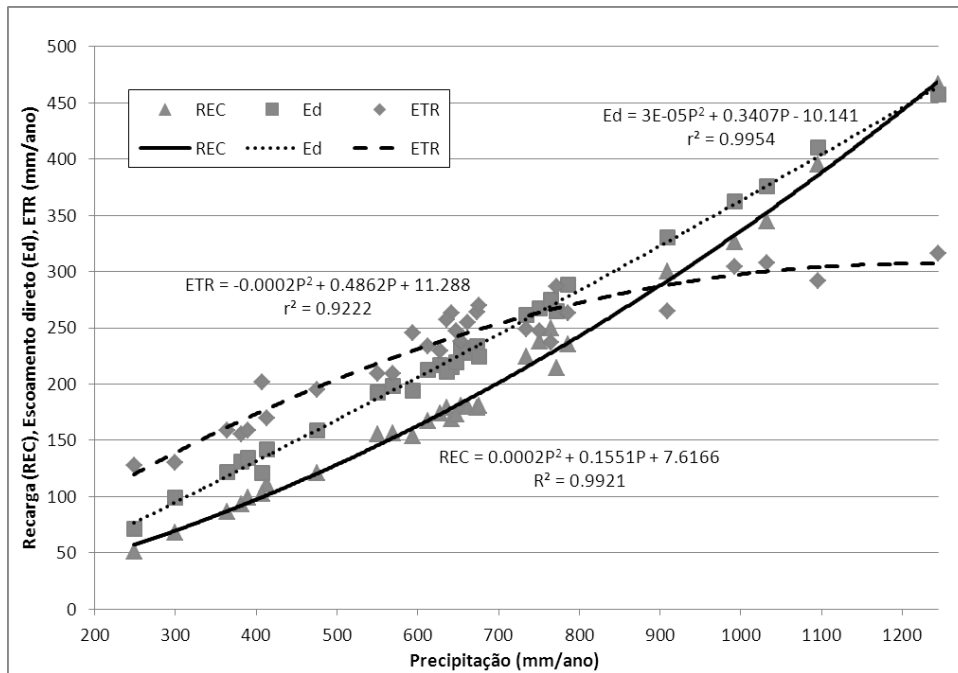


Figura 35 – Regressões lineares (polinomiais grau 2) da recarga anual, escoamento direto anual e ETR anual com a precipitação anual para a área da sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30H/02HA – Purgatório (resultados do modelo BALSEQ_MOD)

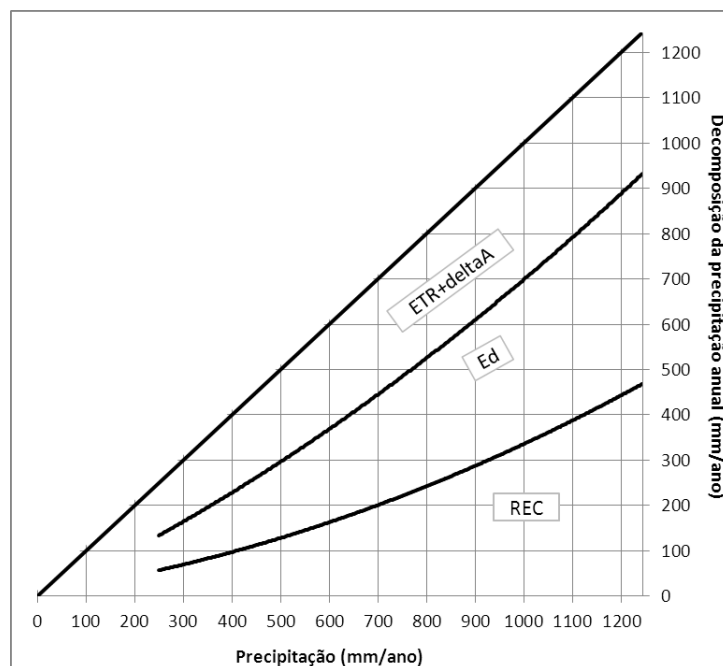


Figura 36 – Separação da precipitação anual nas diversas componentes do balanço hídrico (área da sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30H/02HA – Purgatório – resultados do modelo BALSEQ_MOD)

5.1.3.2 Área de drenagem exterior do sistema aquífero Querença-Silves

As Figura 31 a Figura 33 representam espacialmente os valores anuais médios de recarga, escoamento direto e evapotranspiração, respetivamente, para a área da sub-bacia hidrográfica a montante do Purgatório, sendo possível observar a distribuição dos valores associados à área de drenagem exterior do sistema aquífero. Esta área de drenagem representa os locais onde o escoamento direto gerado e a recarga nela ocorrida podem contribuir para a recarga alóctone do sistema aquífero Querença-Silves.

A função de distribuição de probabilidade dos valores mensais de cada processo modelado pelo balanço hídrico, utilizando a totalidade da série analisada, desde 1/10/1979 até 30/09/2009, é representada na Figura 37. Os valores mensais são discriminados em Anexo, no Quadro 42.

Os valores sintetizados por ano hidrológico são apresentados no Quadro 20.

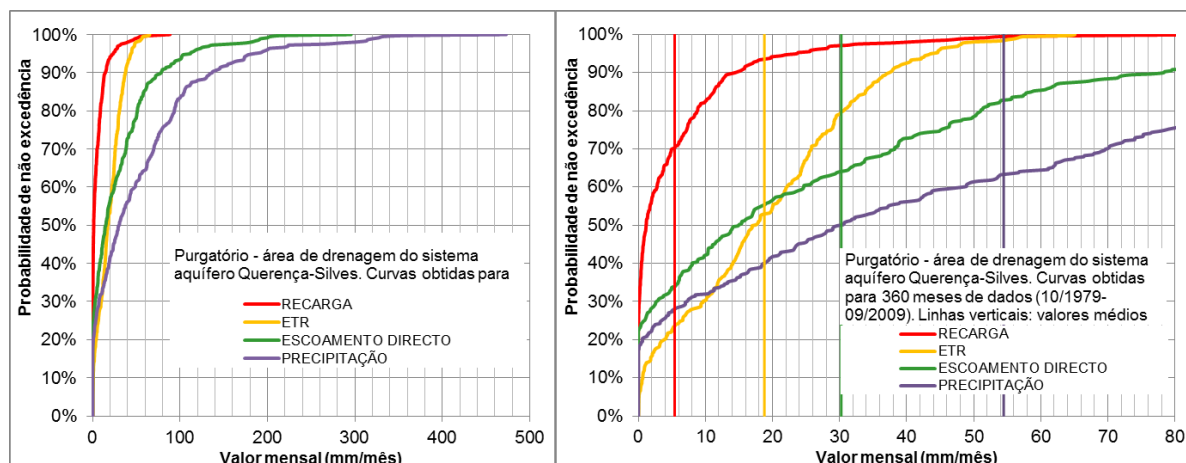


Figura 37 – Distribuição dos valores dos processos considerados no balanço hídrico da área de drenagem exterior do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30H/02HA – Purgatório

Quadro 20 – Balanço hídrico sequencial diário da área de drenagem exterior do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30H/02HA – Purgatório – dados anuais (unidades mm/ano)

Ano hidrológico	P	ET	Ed	Rec	Ano hidrológico	P	ET	Ed	Rec
1979/80	654	228	370	53	1994/95	390	151	214	28
1980/81	299	123	159	15	1995/96	1244	331	725	185
1981/82	569	203	314	45	1996/97	765	240	437	86
1982/83	413	166	227	32	1997/98	1032	306	596	125
1983/84	735	244	414	76	1998/99	364	154	195	20
1984/85	751	243	423	86	1999/00	674	246	374	57
1985/86	628	218	346	55	2000/01	909	262	523	109
1986/87	551	203	305	48	2001/02	642	246	343	58
1987/88	992	303	574	115	2002/03	636	246	336	67
1988/89	786	256	456	74	2003/04	594	231	310	54
1989/90	1096	298	650	149	2004/05	249	120	114	15
1990/91	662	238	363	61	2005/06	772	272	422	71
1991/92	382	148	209	22	2006/07	676	255	356	62
1992/93	475	188	254	34	2007/08	648	234	348	55
1993/94	612	222	339	53	2008/09	407	193	193	40
Média dos 30 anos						654	226	363	65

5.1.3.3 Área do sistema aquífero Querença-Silves

As Figura 31 a Figura 33 representam espacialmente os valores anuais médios de recarga, escoamento direto e evapotranspiração, respetivamente, para a área da sub-bacia hidrográfica a montante do Purgatório, sendo possível observar a distribuição dos valores associados à área do sistema aquífero Querença-Silves.

A Figura 38 mostra as funções de distribuição de probabilidade de cada um dos processos considerados no modelo de balanço hídrico, para a totalidade da série analisada, desde 1/10/1979 até 30/09/2009. O Quadro 43, em Anexo, representa os valores mensais. Finalmente, o Quadro 21 sintetiza os valores obtidos para cada um destes processos por ano hidrológico.

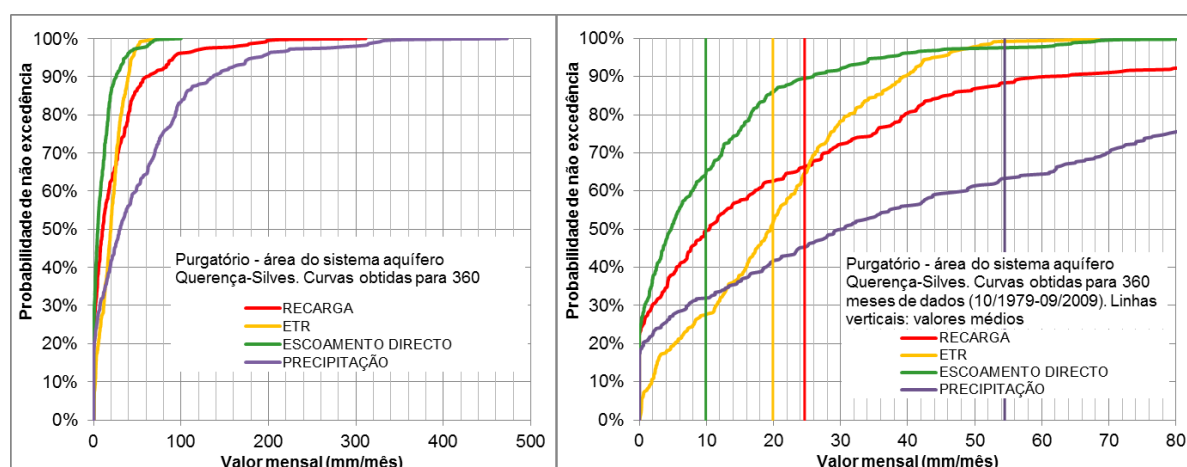


Figura 38 – Distribuição dos valores dos processos considerados no balanço hídrico da área do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30H/02HA – Purgatório

Quadro 21 – Balanço hídrico sequencial diário da área do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30H/02HA – Purgatório – dados anuais (unidades mm/ano)

Ano hidrológico	P	ET	Ed	Rec	Ano hidrológico	P	ET	Ed	Rec
1979/80	654	245	121	285	1994/95	390	165	69	157
1980/81	299	136	51	112	1995/96	1244	305	241	696
1981/82	569	214	103	245	1996/97	765	235	145	383
1982/83	413	173	74	175	1997/98	1032	309	198	524
1983/84	735	253	137	344	1998/99	364	163	63	140
1984/85	751	250	140	362	1999/00	674	279	121	277
1985/86	628	238	113	271	2000/01	909	268	173	455
1986/87	551	213	100	241	2001/02	642	277	111	259
1987/88	992	305	191	497	2002/03	636	266	110	269
1988/89	786	269	151	365	2003/04	594	257	101	236
1989/90	1096	288	216	594	2004/05	249	134	36	80
1990/91	662	268	118	276	2005/06	772	299	138	330
1991/92	382	162	67	151	2006/07	676	281	116	277
1992/93	475	201	82	192	2007/08	648	256	114	268
1993/94	612	244	111	260	2008/09	407	209	62	152
Média dos 30 anos						654	239	119	296

5.2 Área da sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30I/04HA – Quinta do Freixo

5.2.1 Localização

A Figura 39 representa a área da sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica Quinta do Freixo, para a qual se integram os resultados da corrida do modelo de balanço hídrico sequencial diário, verificando-se que toda a área de ocorrência constitui área de drenagem exterior ao sistema aquífero Querença-Silves.

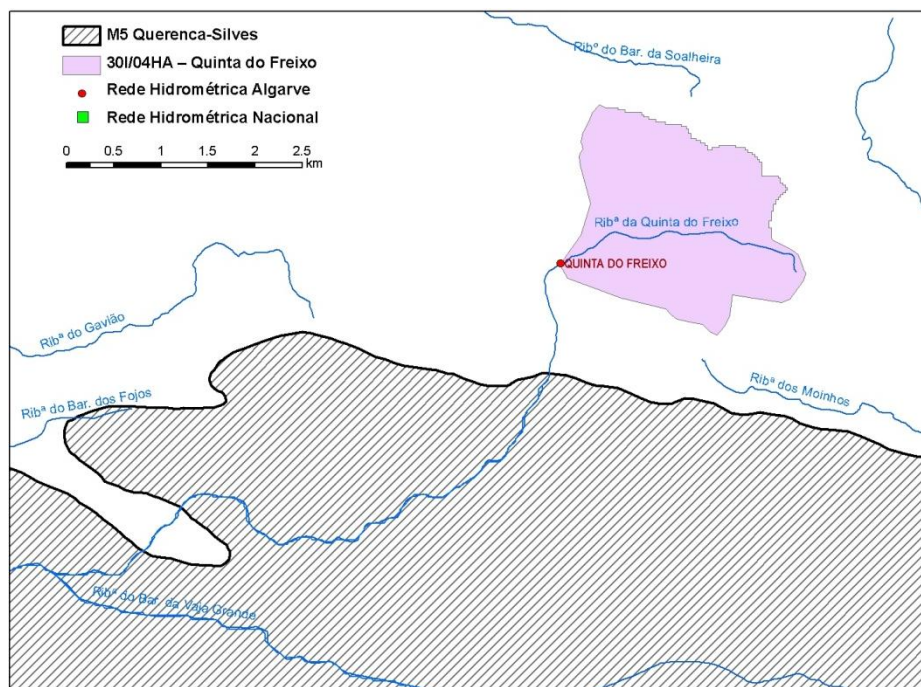


Figura 39 – Sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30I/04HA – Quinta do Freixo com indicação da área de afloramento do sistema aquífero Querença-Silves

5.2.2 Modelo de balanço hídrico sequencial diário

A sub-bacia hidrográfica a montante da Quinta do Freixo faz na sua totalidade parte da área de drenagem exterior do sistema aquífero Querença-Silves (cf. Figura 39). Para esta área de drenagem foi corrido o modelo BALSEQ_MOD, podendo as distribuições espaciais dos valores anuais médios ser visualizada nas Figura 31 a Figura 33.

A Figura 40 representa a função de distribuição de probabilidade dos valores médios mensais relativos a cada um dos processos do ciclo hidrológico, considerando a totalidade da série analisada, desde 1/10/1979 até 30/09/2009. Os mesmos valores mensais são discriminados no Quadro 44 apresentado no Anexo.

O Quadro 22 sintetiza os valores obtidos para cada um dos processos modelados, por ano hidrológico.

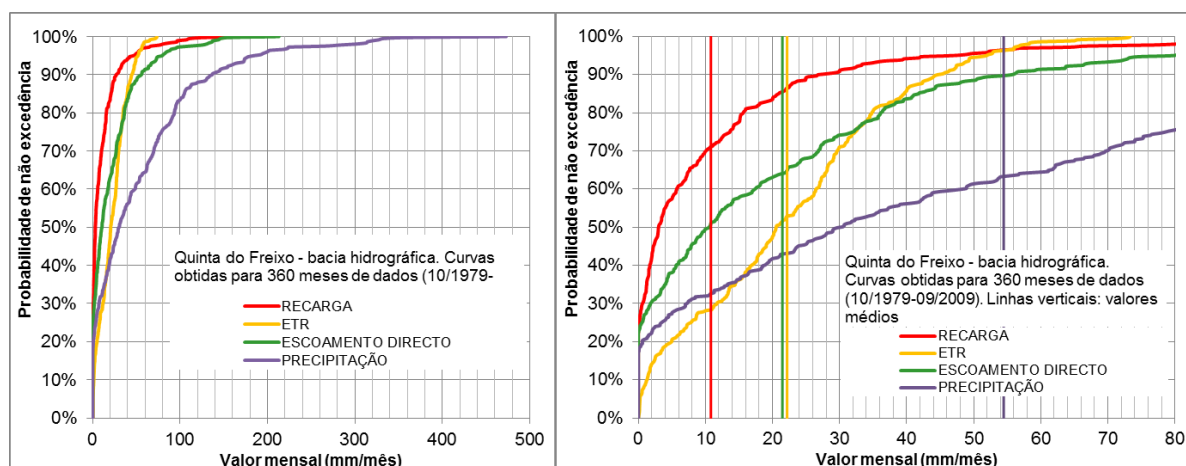


Figura 40 – Distribuição dos valores dos processos considerados no balanço hídrico da sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30I/04HA – Quinta do Freixo

Quadro 22 – Balanço hídrico sequencial diário da área da sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30I/04HA – Quinta do Freixo – dados anuais (unidades mm/ano)

Ano hidrológico	P	ET	Ed	Rec	Ano hidrológico	P	ET	Ed	Rec
1979/80	654	282	263	105	1994/95	390	185	151	57
1980/81	299	150	112	36	1995/96	1244	360	518	362
1981/82	569	242	223	94	1996/97	765	270	311	180
1982/83	413	203	160	63	1997/98	1032	345	425	259
1983/84	735	286	294	154	1998/99	364	184	138	47
1984/85	751	280	300	173	1999/00	674	305	264	109
1985/86	628	260	245	112	2000/01	909	297	373	223
1986/87	551	243	216	99	2001/02	642	300	243	105
1987/88	992	339	410	241	2002/03	636	293	237	121
1988/89	786	300	326	161	2003/04	594	279	219	97
1989/90	1096	335	465	298	2004/05	249	143	80	27
1990/91	662	289	256	117	2005/06	772	322	300	143
1991/92	382	181	148	50	2006/07	676	304	251	118
1992/93	475	228	179	68	2007/08	648	282	247	107
1993/94	612	267	240	107	2008/09	407	231	135	63
Média dos 30 anos						654	266	258	130

5.3 Área da sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30J/01HA – Ponte Querença

5.3.1 Localização

A Figura 41 representa a área da sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica Ponte Querença, referindo as subáreas em que foi dividida para integrar os resultados da corrida do modelo de balanço hídrico sequencial diário.

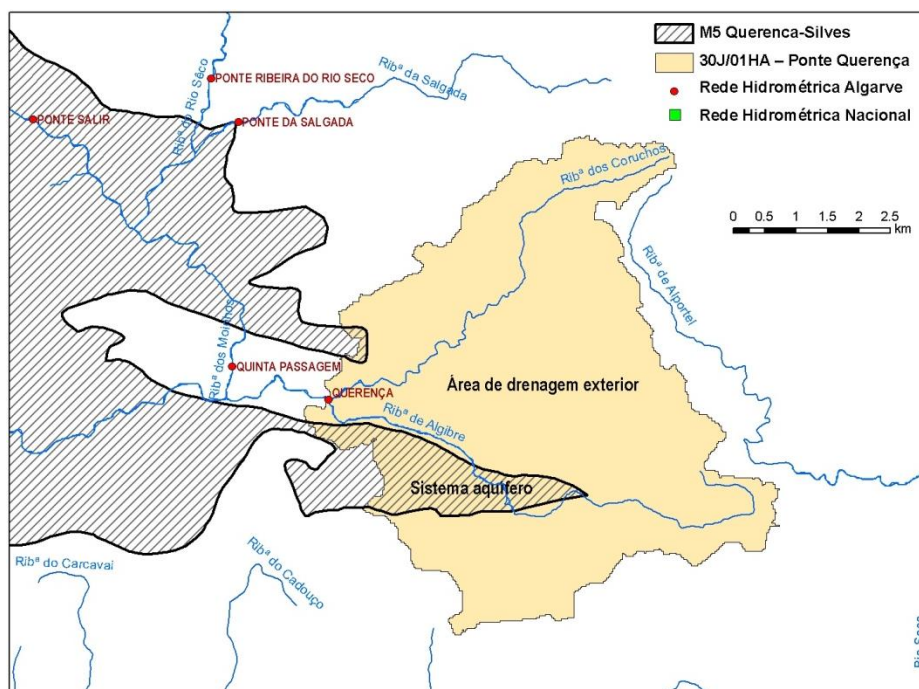


Figura 41 – Sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30J/01HA – Ponte Querença com indicação da área de afloramento do sistema aquífero Querença-Silves

5.3.2 Modelo de balanço hídrico sequencial diário

5.3.2.1 Área total da sub-bacia hidrográfica

A sub-bacia hidrográfica a montante de Ponte Querença desenvolve-se principalmente na área de drenagem do sistema aquífero Querença-Silves embora nesta sub-bacia ocorra também a parte mais oriental do sistema aquífero (cf. Figura 41). As distribuições espaciais dos valores anuais médios obtidos pelo modelo de balanço hídrico sequencial diário para a recarga, escoamento direto e evapotranspiração real podem ser visualizadas na parte mais oriental das Figura 31 a Figura 33.

A Figura 42 representa a função de distribuição de probabilidade dos valores mensais associados a cada processo modelado para a totalidade da série analisada, desde 1/10/1979 até 30/09/2009. O Quadro 45 do Anexo discrimina estes valores mensais.

O Quadro 23 sintetiza, por ano hidrológico, os valores obtidos para cada um destes processos.

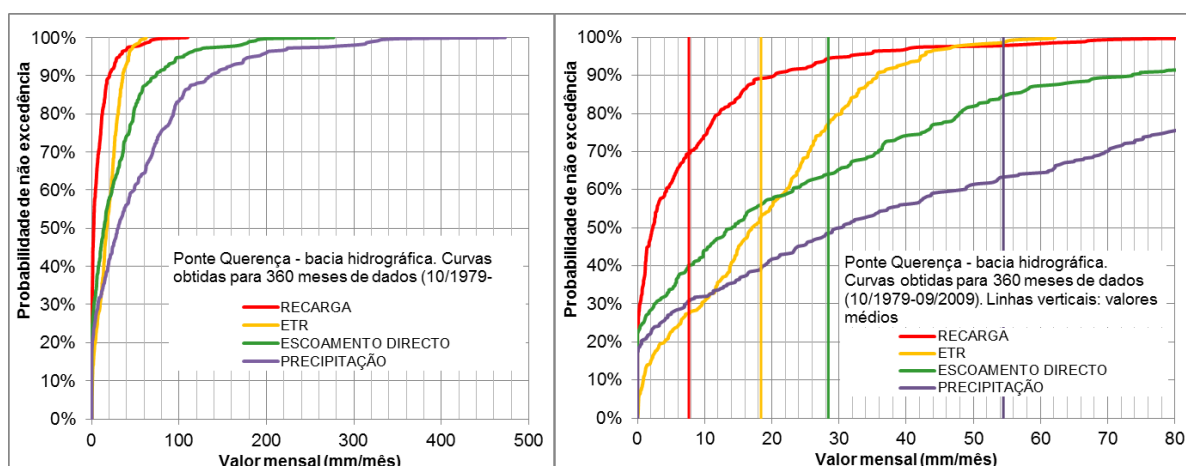


Figura 42 – Distribuição dos valores dos processos considerados no balanço hídrico da sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30J/01HA – Ponte Querença

Quadro 23 – Balanço hídrico sequencial diário da área da sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30J/01HA – Ponte Querença – dados anuais (unidades mm/ano)

Ano hidrológico	P	ET	Ed	Rec	Ano hidrológico	P	ET	Ed	Rec
1979/80	654	223	347	80	1994/95	390	148	201	44
1980/81	299	121	150	26	1995/96	1244	324	680	237
1981/82	569	197	296	69	1996/97	765	233	410	120
1982/83	413	162	213	49	1997/98	1032	298	559	170
1983/84	735	237	389	108	1998/99	364	151	183	34
1984/85	751	236	398	118	1999/00	674	243	352	83
1985/86	628	212	325	81	2000/01	909	254	491	148
1986/87	551	197	287	71	2001/02	642	242	322	83
1987/88	992	296	539	159	2002/03	636	241	316	92
1988/89	786	249	428	107	2003/04	594	227	292	75
1989/90	1096	291	609	196	2004/05	249	120	108	23
1990/91	662	234	342	87	2005/06	772	267	397	103
1991/92	382	145	197	37	2006/07	676	251	335	88
1992/93	475	184	239	53	2007/08	648	230	327	80
1993/94	612	218	319	77	2008/09	407	189	182	54
Média dos 30 anos						654	221	341	92

5.3.2.2 Área de drenagem exterior do sistema aquífero Querença-Silves

As distribuições espaciais dos valores anuais médios obtidos para a recarga, escoamento direto e evapotranspiração real podem ser visualizadas na parte mais oriental das Figura 31 a Figura 33. A Figura 43 representa a função de distribuição de probabilidade dos valores mensais para a totalidade da série analisada, desde 1/10/1979 até 30/09/2009, apresentando-se os valores mensais no Quadro 46 do Anexo.

O Quadro 24 sintetiza os valores anuais obtidos para cada um destes processos por ano hidrológico.

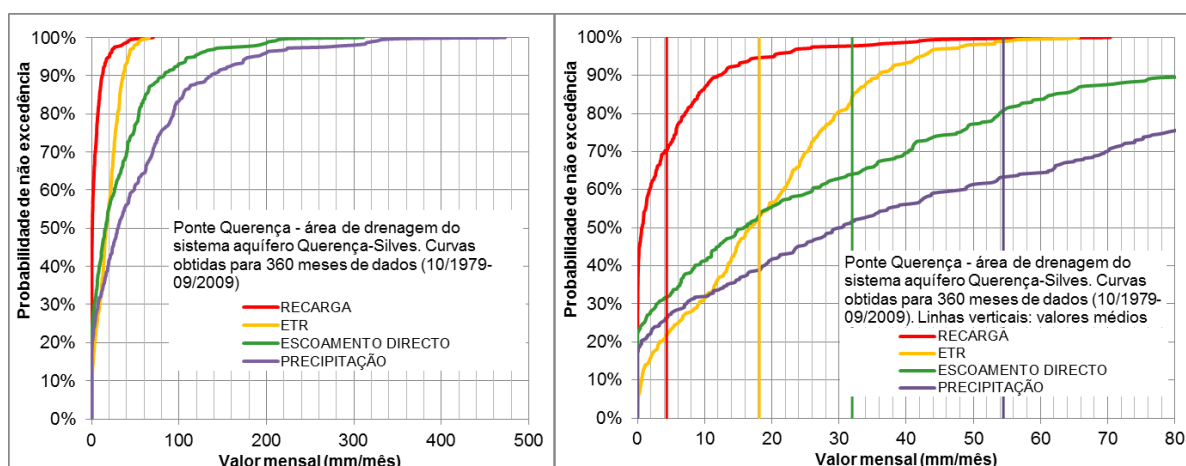


Figura 43 – Distribuição dos valores dos processos considerados no balanço hídrico na área de drenagem exterior do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30J/01HA – Ponte Querença

Quadro 24 – Balanço hídrico sequencial diário da área de drenagem exterior do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30J/01HA – Ponte Querença – dados anuais (unidades mm/ano)

Ano hidrológico	P	ET	Ed	Rec	Ano hidrológico	P	ET	Ed	Rec
1979/80	654	219	391	42	1994/95	390	145	226	22
1980/81	299	118	169	10	1995/96	1244	328	764	148
1981/82	569	194	333	36	1996/97	765	233	461	69
1982/83	413	159	240	25	1997/98	1032	298	629	100
1983/84	735	234	438	62	1998/99	364	148	206	15
1984/85	751	234	447	70	1999/00	674	237	396	46
1985/86	628	208	366	44	2000/01	909	254	552	88
1986/87	551	194	323	39	2001/02	642	236	362	48
1987/88	992	296	605	92	2002/03	636	237	356	57
1988/89	786	246	481	58	2003/04	594	223	328	44
1989/90	1096	293	685	118	2004/05	249	117	121	12
1990/91	662	229	384	49	2005/06	772	262	446	58
1991/92	382	142	221	16	2006/07	676	246	376	51
1992/93	475	180	269	27	2007/08	648	225	368	44
1993/94	612	214	359	42	2008/09	407	186	205	35
Média dos 30 anos						654	218	384	52

5.3.2.3 Área do sistema aquífero Querença-Silves

As distribuições espaciais dos valores anuais médios obtidos para a recarga, escoamento direto e evapotranspiração real podem ser visualizadas na parte mais oriental do sistema aquífero representada nas Figura 31 a Figura 33.

A Figura 44 apresenta a função de distribuição de probabilidade dos valores mensais obtidos para cada um destes processos por ano hidrológico para a totalidade da série analisada, desde 1/10/1979 até 30/09/2009 sendo os valores mensais discriminados no Quadro 47 do Anexo. O Quadro 25 sintetiza os valores obtidos anualmente.

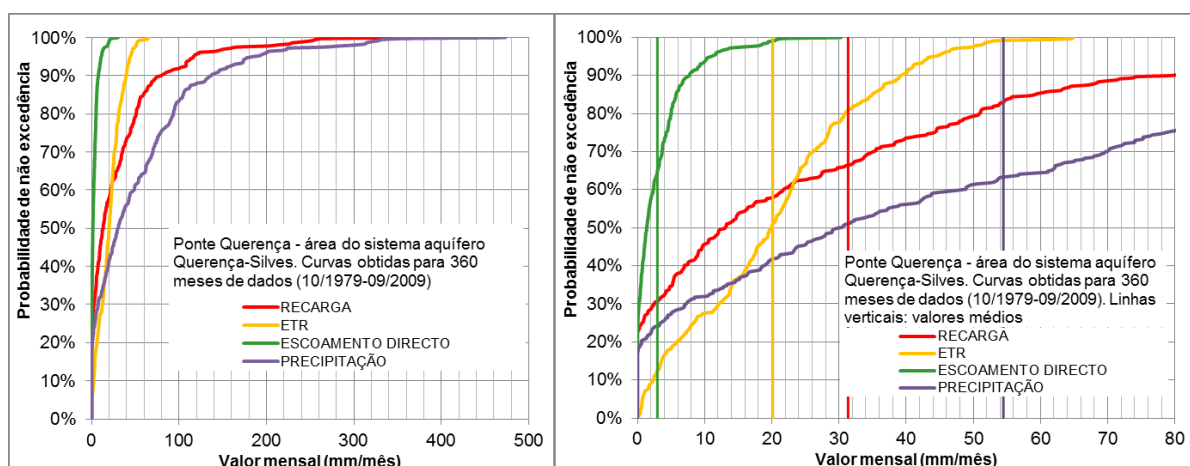


Figura 44 – Distribuição dos valores dos processos considerados no balanço hídrico na área do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30J/01HA – Ponte Querença

Quadro 25 – Balanço hídrico sequencial diário da área do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30J/01HA – Ponte Querença – dados anuais (unidades mm/ano)

Ano hidrológico	P	ET	Ed	Rec	Ano hidrológico	P	ET	Ed	Rec
1979/80	654	257	36	358	1994/95	390	173	21	198
1980/81	299	142	15	141	1995/96	1244	292	72	877
1981/82	569	220	31	311	1996/97	765	233	43	487
1982/83	413	183	22	219	1997/98	1032	300	59	670
1983/84	735	255	41	438	1998/99	364	173	19	175
1984/85	751	246	42	464	1999/00	674	287	36	354
1985/86	628	242	34	345	2000/01	909	258	52	584
1986/87	551	219	30	306	2001/02	642	284	33	331
1987/88	992	299	57	638	2002/03	636	268	33	347
1988/89	786	274	45	464	2003/04	594	262	30	302
1989/90	1096	281	65	752	2004/05	249	140	11	100
1990/91	662	272	35	355	2005/06	772	301	41	424
1991/92	382	171	20	189	2006/07	676	284	35	355
1992/93	475	210	24	241	2007/08	648	264	34	339
1993/94	612	251	33	330	2008/09	407	214	18	194
Média dos 30 anos						654	242	36	376

5.4 Sub-bacias hidrográficas a montante da estação hidrométrica 30I/05HA – Quinta da Passagem

5.4.1 Área da sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30I/05HA – Quinta da Passagem

5.4.1.1 Localização

A Figura 45 representa a área da sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica para a qual se aplicou o método da decomposição dos hidrogramas de escoamento superficial e as subáreas em que foi dividida para integrar os resultados da corrida do modelo de balanço hídrico sequencial diário.

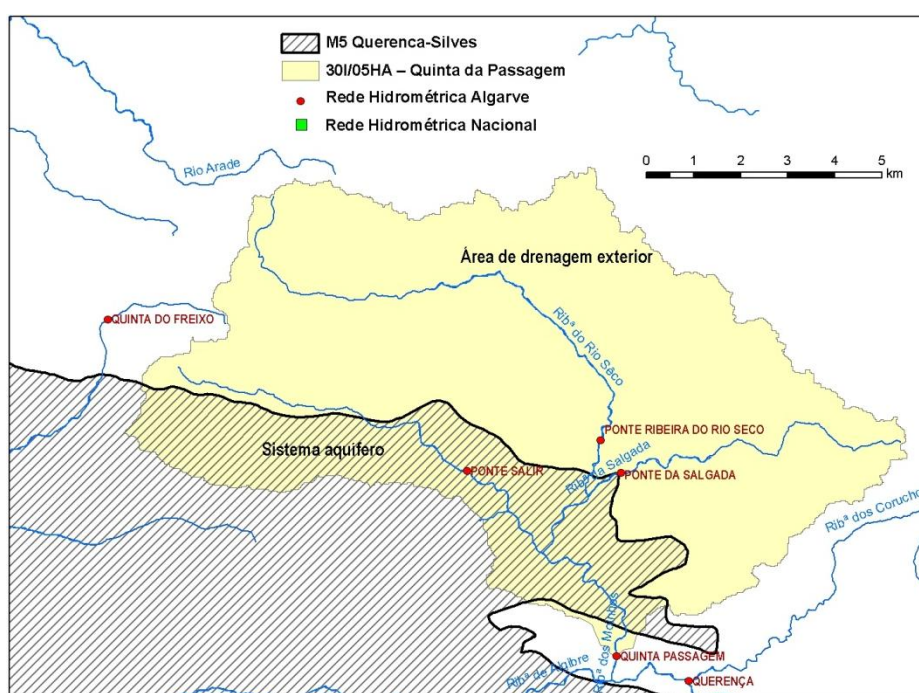


Figura 45 – Sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30I/05HA – Quinta da Passagem com indicação da área de afloramento do sistema aquífero Querença-Silves

5.4.1.2 Decomposição do hidrograma de escoamento superficial

A estação hidrométrica 30I/05HA – Quinta da Passagem situa-se na ribeira dos Moinhos que é um afluente da ribeira de Quarteira onde está instalada a estação hidrométrica do Purgatório (secção 5.1).

Os Quadro 26 e Quadro 27 apresentam os resultados obtidos para a estação hidrométrica 30I/05HA – Quinta Passagem. A Figura 46 interpreta os valores mensais, dividindo a precipitação em três variáveis distintas: o escoamento direto (E_d), o escoamento de base (E_b) e o remanescente da precipitação que se distribui pelos restantes processos possíveis: evapotranspiração (ETR), variação do armazenamento de água no solo e no aquífero (ΔA), escoamento subterrâneo que não

descarga para a superfície na zona da estação de medição (Ebs), e eventuais extrações antropogénicas de água subterrânea ou superficial (Hs).

Quadro 26 – Decomposição do escoamento superficial diário registado na estação hidrométrica 30I/05HA – Quinta da Passagem – dados mensais (unidades mm/mês)

A.H.	1998/99				2000/01				2001/02				2002/03			
	P	E	Ed	Eb	P	E	Ed	Eb	P	E	Ed	Eb	P	E	Ed	Eb
Out	5,5	1,7	0,1	1,6	22,4	17,3	1,7	15,6	0,8	4,4	1,0	3,5	94,8	8,2	5,3	2,8
Nov	14,0	1,7	0,0	1,7	119,9	15,5	1,8	13,7	54,5	5,0	0,9	4,1	21,3	28,0	24,5	3,5
Dez	19,0	1,5	0,0	1,5	313,6	85,0	58,3	26,8	126,2	19,7	13,1	6,6	147,1	92,0	67,6	24,4
Jan	105,5	2,0	0,3	1,7	180,1	92,8	40,9	51,9	66,0	18,6	9,8	8,8	96,5	58,3	23,6	34,7
Fev	6,8	1,5	0,0	1,4	95,2	73,5	30,2	43,3	8,1	6,1	3,2	3,0	91,2	41,2	22,2	19,0
Mar	176,0	5,3	3,9	1,4	148,0	130,0	75,7	54,3	138,2	27,5	14,5	13,0	43,4	27,9	6,6	21,3
Abr	31,0	2,1	0,1	2,0	0,5	10,2	0,4	9,8	97,0	27,0	14,0	13,0	102,5	33,4	11,1	22,3
Mai	21,8	1,9	0,1	1,8	25,8	5,7	2,0	3,8	32,3	6,8	1,7	5,1	11,5	18,0	1,3	16,7
Jun	0,0	1,7	0,0	1,7	2,4	4,2	0,5	3,7	3,8	3,4	0,0	3,4	1,8	4,8	2,1	2,6
Jul	18,2	1,3	0,0	1,3	0,4	3,9	0,2	3,8	0,0	2,4	0,0	2,4	0,0	2,3	0,2	2,2
Ago	5,1	0,2	0,0	0,2	0,0	13,4	0,0	13,4	0,0	1,6	0,0	1,6	0,6	0,6	0,0	0,6
Set	66,3	0,3	0,0	0,3	37,8	20,3	0,9	19,5	159,5	7,9	5,8	2,1	7,7	0,6	0,0	0,6
A.H.	2003/04				2004/05				2005/06				2006/07			
	P	E	Ed	Eb	P	E	Ed	Eb	P	E	Ed	Eb	P	E	Ed	Eb
Out	194,5	4,9	3,6	1,3	121,5	0,5	0,4	0,2	130,4	1,4	0,8	0,6	140,2	8,9	5,4	3,5
Nov	61,4	26,3	21,2	5,1	15,0	1,3	0,2	1,1	182,8	50,5	44,2	6,3	161,5	64,4	49,3	15,1
Dez	18,0	27,4	19,1	8,3	62,3	1,9	0,5	1,4	59,2	19,5	3,0	16,5	46,3	46,6	27,2	19,4
Jan	29,1	8,9	4,9	4,0	1,0	1,5	0,0	1,5	86,3	20,3	7,2	13,1	10,6	8,5	3,6	4,8
Fev	71,4	13,9	10,2	3,7	16,0	1,3	0,0	1,3	79,9	25,8	13,7	12,1	78,8	9,8	3,7	6,1
Mar	47,4	10,0	1,9	8,1	36,5	1,3	0,1	1,1	124,4	51,0	31,5	19,5	18,6	5,9	3,1	2,8
Abr	17,1	6,3	2,6	3,7	5,9	0,9	0,0	0,9	42,2	17,4	6,9	10,4	47,7	4,7	1,0	3,7
Mai	33,5	4,7	0,0	4,7	26,0	0,3	0,0	0,2	0,0	11,4	2,5	8,9	50,4	2,7	0,2	2,4
Jun	2,1	2,1	0,1	2,0	4,4	0,0	0,0	0,0	56,8	8,8	1,4	7,5	22,8	1,7	0,0	1,7
Jul	0,0	1,1	0,0	1,1	9,6	0,0	0,0	0,0	0,1	6,5	0,0	6,5	0,0	0,9	0,0	0,9
Ago	9,6	0,6	0,0	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	24,7	4,9	0,6	4,3	11,0	0,0	0,0	0,0
Set	10,1	0,0	0,0	0,0	0,6	0,1	0,0	0,1	41,8	0,3	0,0	0,3	44,5	0,0	0,0	0,0

Quadro 27 – Decomposição do escoamento superficial diário registado na estação hidrométrica 30I/05HA – Quinta da Passagem – dados anuais (unidades mm/ano)

Ano hidrológico	P	E	Ed	Eb	ETR+deltaA+Ebs+Hs
1998/1999	469,2	21,2	4,6	16,6	448,0
2000/2001	946,1	471,9	212,4	259,5	474,2
2001/2002	686,4	130,6	64,0	66,6	555,8
2002/2003	618,4	315,4	164,6	150,8	303,0
2003/2004	494,2	106,1	63,7	42,4	388,1
2004/2005	299,0	9,1	1,2	7,9	289,9
2005/2006	828,6	217,8	111,8	106,0	610,8
2006/2007	632,4	154,1	93,6	60,5	478,3
Média	621,8	178,3	89,5	88,8	443,5

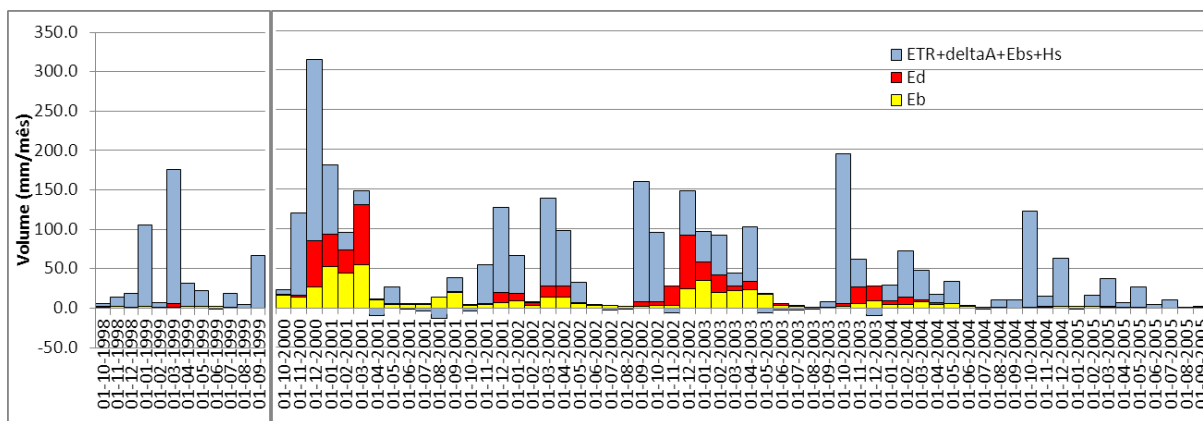


Figura 46 – Resultados da decomposição do hidrograma de escoamento superficial na estação hidrométrica 30I/05HA – Quinta da Passagem

A Figura 47 mostra a distribuição dos escoamentos de base diários. Como se pode verificar, o escoamento de base médio é de cerca de 0,24 mm/d, durante metade do ano é acima de 0,1 mm/dia e durante 20 dias do ano é acima de 1 mm/dia.

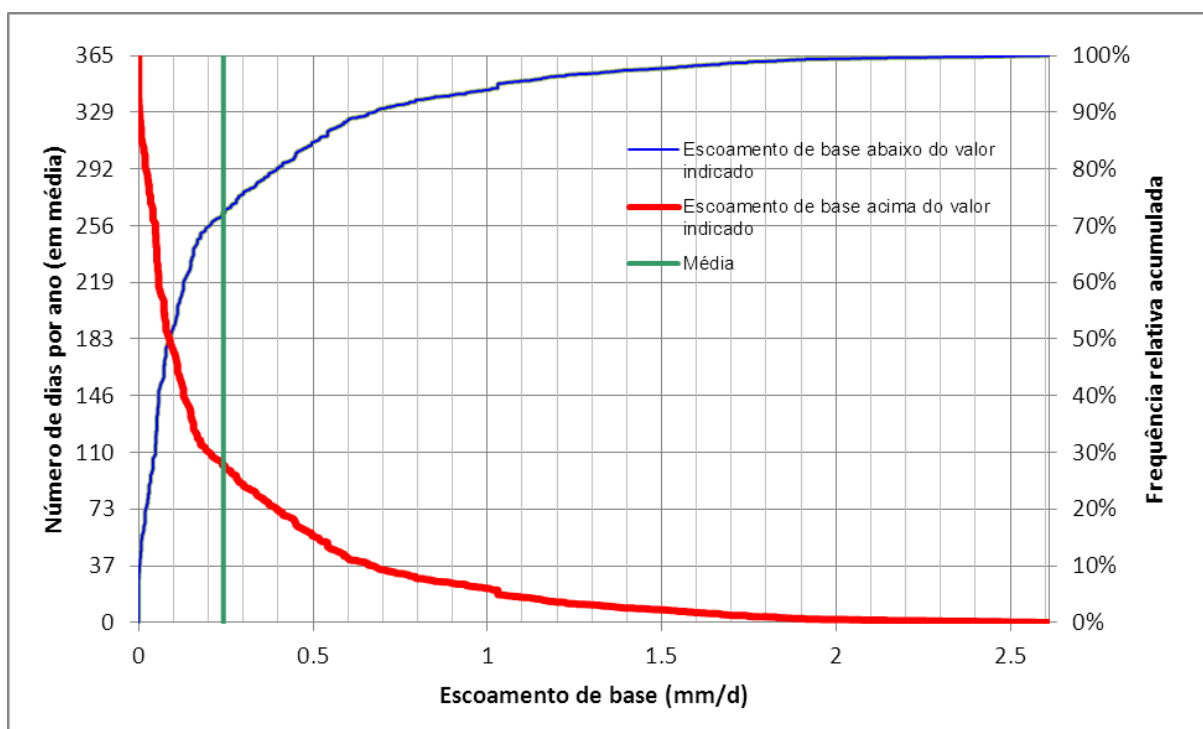


Figura 47 – Distribuição do escoamento de base diário estimado na estação hidrométrica 30I/05HA – Quinta da Passagem

Note-se que nas condições ideais de aplicação do método da decomposição dos hidrogramas de escoamento, toda a água que se infiltra deve aflorar na secção de medição do caudal (ou seja $E_{bs} = 0$). No caso da estação hidrométrica da Quinta da Passagem, ao contrário das restantes que são analisadas (secções 4.1 e 5.1), são medidos escoamentos superficiais muito superiores, e são estimados escoamentos de base elevados, muitas vezes superiores aos próprios escoamentos diretos.

Isto demonstra que as taxas de infiltração são elevadas, havendo descarga importante para o curso de água. Dada a natureza cársica do sistema não se pode garantir que toda a água que descarrega para o curso de água se infiltrou na área da bacia hidrográfica considerada, nem tão pouco se pode garantir que toda a água que se infiltrou dentro do limite da bacia hidrográfica descarregou para o curso de água. De qualquer forma, a existir, o valor de Ebs terá um valor muito mais baixo do que o registado nas outras estações hidrométricas.

A única certeza que se tem é que há muita água com circulação subterrânea que descarrega para o curso de água. Independentemente de parte desta descarga ser difusa, há um ponto de descarga muito importante, situado cerca de 1700 m a montante da estação de medição. Trata-se da nascente Fonte Benémola, número de inventário no SNIRH 597/112, com caudais registados de 03-08-1978 a 30-03-2011 entre 0 l/s e 1613 l/s e média geométrica⁶ de 30 l/s. Os dados de descarga desta nascente são apresentados na Figura 48. Na mesma figura são apresentadas os dados de uma nascente localizada próxima da povoação de Cerro das Casas e Almarginho, identificada e monitorizada no SNIRH com o número de inventário 588/7, localizada no mesmo curso de água, muito mais a montante da estação hidrométrica (cerca de 8500 m), mas cujos caudais são muito inferiores aos da Fonte Benémola: de 03-08-1978 a 17-01-2011 os caudais registados variaram entre 1 l/s e 57 l/s, com média geométrica de 7 l/s. A soma dos caudais médios das duas nascentes estudadas (37 l/s) é cerca de um sétimo do escoamento de base médio determinado nesta estação (embora determinado para anos hidrológicos diferentes).

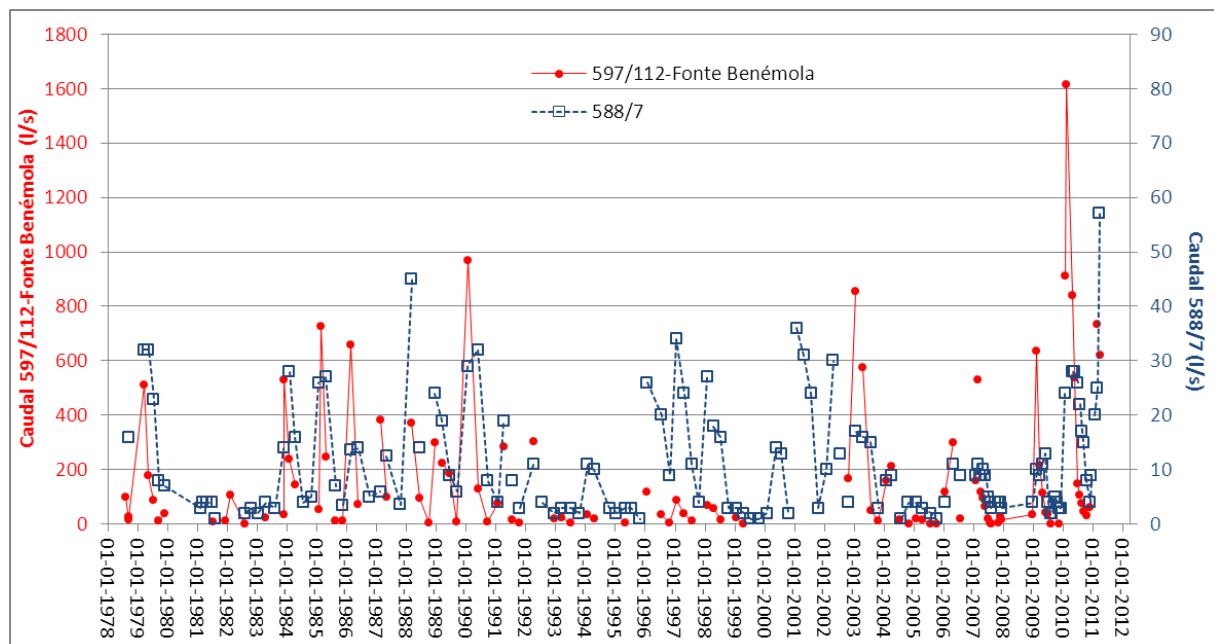


Figura 48 – Caudais registados nas nascentes 597/112-Fonte Benémola e 588/7 (origem dos dados: SNIRH, dados extraídos em 09 de maio de 2012)

⁶ média geométrica calculada assumindo caudal = 0.00001 l/s nos casos em que este era nulo.

Ainda com base nos resultados obtidos da decomposição dos hidrogramas fez-se o ajustamento de retas de regressão linear aos valores anuais, tendo-se extraído as equações que permitem definir as diversas formas de escoamento anual em função da precipitação anual (Figura 49). Nota-se uma grande dispersão de valores em torno das retas o que significa que os escoamentos registados não são explicados apenas pela precipitação anual. Independentemente deste facto, pode-se considerar que estas retas poderiam expressar de forma aproximada um comportamento médio. O diagrama da Figura 50 mostra, com base nestas mesmas retas, a distribuição da precipitação anual pelos diversos processos em que se distribui. De acordo com esta figura até cerca de 330 mm/ano a precipitação não provoca escoamento na bacia, sendo toda a água precipitada infiltrada, contribuindo para o armazenamento no solo e do aquífero, a evapotranspiração, o escoamento subterrâneo para fora da bacia ou sendo captada por ação humana.

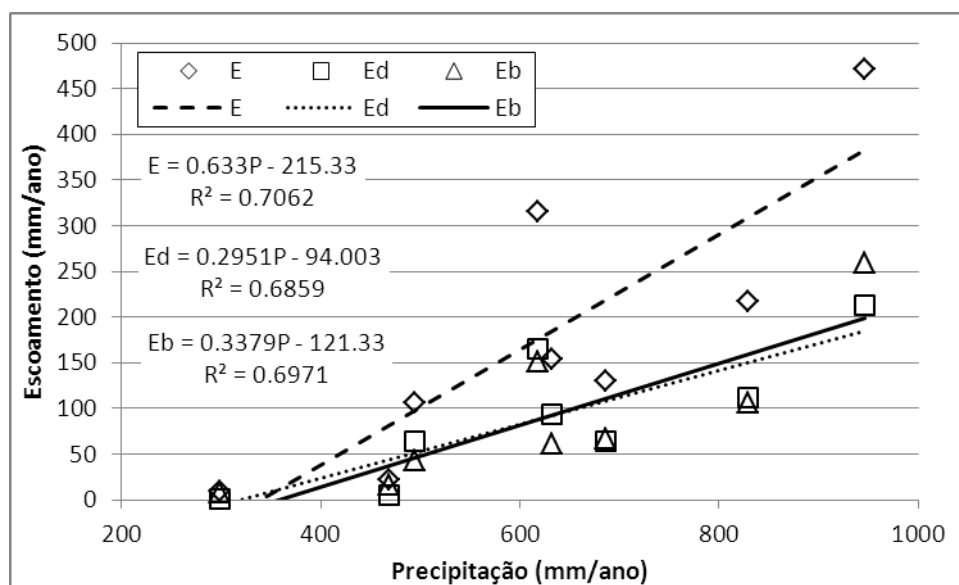


Figura 49 – Regressões lineares das diversas formas do escoamento superficial com a precipitação na estação hidrométrica 30I/05HA – Quinta da Passagem

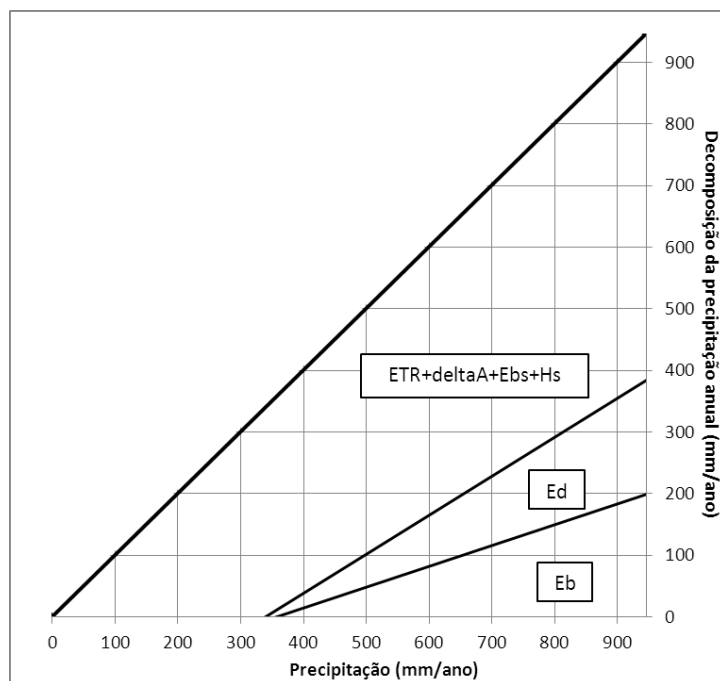


Figura 50 – Decomposição da precipitação anual nas diversas componentes do balanço hídrico (estação hidrométrica 30I/05HA – Quinta da Passagem)

5.4.1.3 Modelo de balanço hídrico sequencial diário

5.4.1.3.1 Área total da sub-bacia hidrográfica

As Figura 31 a Figura 33 representam espacialmente, na sua parte NE, os valores anuais médios de recarga, escoamento direto e evapotranspiração, respetivamente, para a área da sub-bacia hidrográfica a montante da Quinta da Passagem, obtidos pelo modelo de balanço hídrico sequencial diário. O Quadro 48 do Anexo apresenta os valores mensais para a totalidade da série analisada, desde 1/10/1979 até 30/09/2009. A Figura 51 representa a distribuição de probabilidade destes valores mensais relativos a cada um dos processos, podendo-se constatar que, excluindo a ETR que apresenta valores semelhantes, as médias são superiores às medianas definindo uma distribuição assimétrica positiva, o que representa maior frequência de valores mensais mais baixos. O Quadro 28 representa os valores obtidos para cada um destes processos por ano hidrológico. Nas secções seguintes apresentam-se os mesmos resultados agregados para cada secção em que se dividiu a sub-bacia (área de drenagem exterior e sistema aquífero).

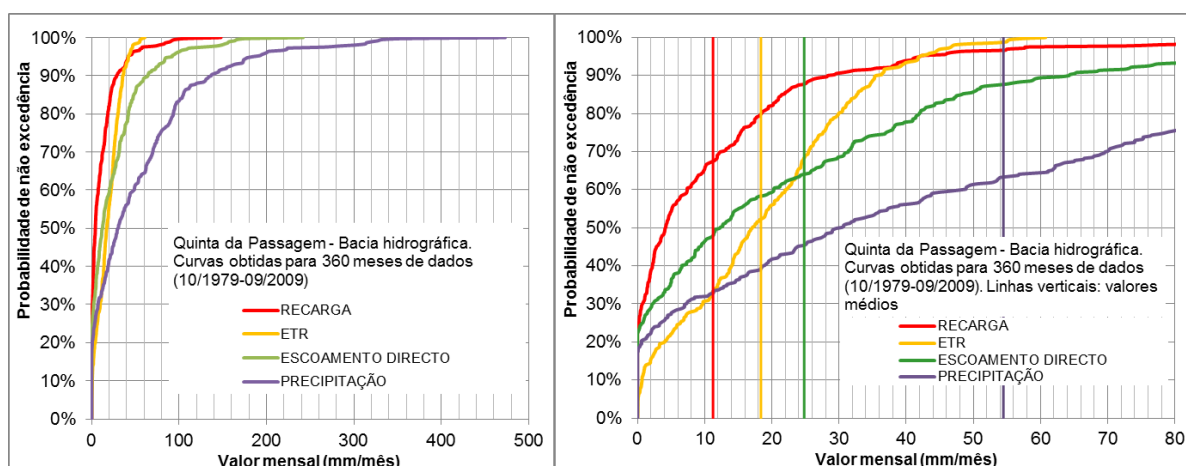


Figura 51 – Distribuição dos valores dos processos considerados no balanço hídrico da sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30I/05HA – Quinta da Passagem

Quadro 28 – Balanço hídrico sequencial diário da área da sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30I/05HA – Quinta da Passagem – dados anuais (unidades mm/ano)

Ano hidrológico	P	ET	Ed	Rec	Ano hidrológico	P	ET	Ed	Rec
1979/80	654	223	303	124	1994/95	390	148	176	69
1980/81	299	121	131	45	1995/96	1244	317	594	329
1981/82	569	198	258	106	1996/97	765	232	358	172
1982/83	413	162	186	76	1997/98	1032	298	489	241
1983/84	735	238	340	157	1998/99	364	151	160	57
1984/85	751	237	347	168	1999/00	674	243	307	128
1985/86	628	214	284	122	2000/01	909	255	429	210
1986/87	551	198	250	108	2001/02	642	243	281	123
1987/88	992	295	470	227	2002/03	636	241	276	131
1988/89	786	251	374	161	2003/04	594	227	255	112
1989/90	1096	288	533	276	2004/05	249	119	94	36
1990/91	662	235	298	130	2005/06	772	268	347	152
1991/92	382	145	172	62	2006/07	676	251	292	130
1992/93	475	183	209	83	2007/08	648	230	286	121
1993/94	612	218	279	117	2008/09	407	189	159	77
Média dos 30 anos						654	221	298	135

A exemplo da metodologia apresentada para a decomposição dos hidrogramas de escoamento apresenta-se na Figura 52 as linhas de tendência, neste caso polinomiais de grau 2, para relacionar os valores anuais de cada um dos processos considerados (ETR, escoamento direto e recarga) com a precipitação anual. A Figura 53 apresenta de que forma a água de precipitação se separa em cada um dos processos considerados; neste caso, o valor da ETR é apresentado em conjunto com a variação de água no solo (ΔA) que, a nível anual, apresenta um valor residual.

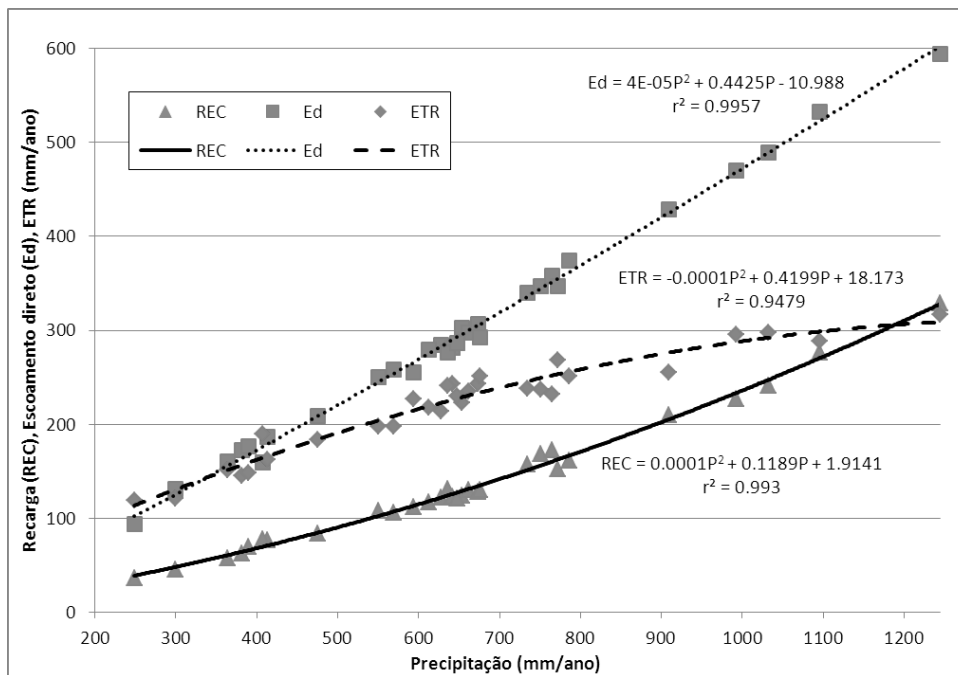


Figura 52 – Regressões lineares (polinomiais grau 2) da recarga anual, escoamento direto anual e ETR anual com a precipitação anual para a área da sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30I/05HA – Quinta da Passagem (resultados do modelo BALSEQ_MOD)

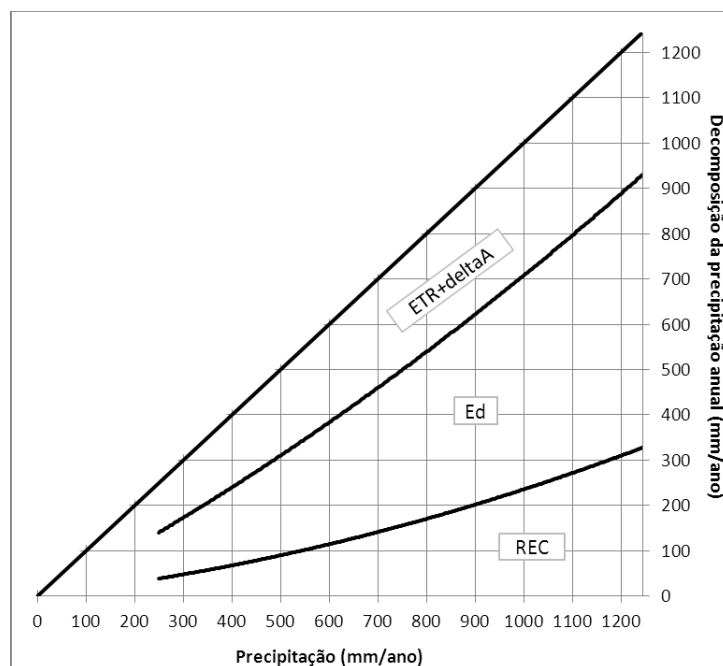


Figura 53 – Separação da precipitação anual nas diversas componentes do balanço hídrico (área da sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30I/05HA – Quinta da Passagem – resultados do modelo BALSEQ_MOD)

5.4.1.3.2 Área de drenagem exterior do sistema aquífero Querença-Silves

As distribuições espaciais, na área de drenagem exterior do sistema aquífero pertencente à sub-bacia hidrográfica a montante da Quinta da Passagem, dos valores anuais médios de cada processo do balanço hídrico subterrâneo estão representadas na parte NE das Figura 31 a Figura 33. O Quadro 49 do Anexo apresenta os valores mensais para a totalidade da série analisada, desde 1/10/1979 até 30/09/2009. A Figura 54 representa a distribuição de probabilidade destes valores mensais relativos a cada um dos processos. Como se pode verificar, excluindo a ETR que apresenta valores semelhantes, as médias são superiores às medianas definindo distribuições assimétricas positivas, o que representa maior frequência de valores mensais mais baixos. O Quadro 29 representa os valores obtidos para cada um destes processos por ano hidrológico.

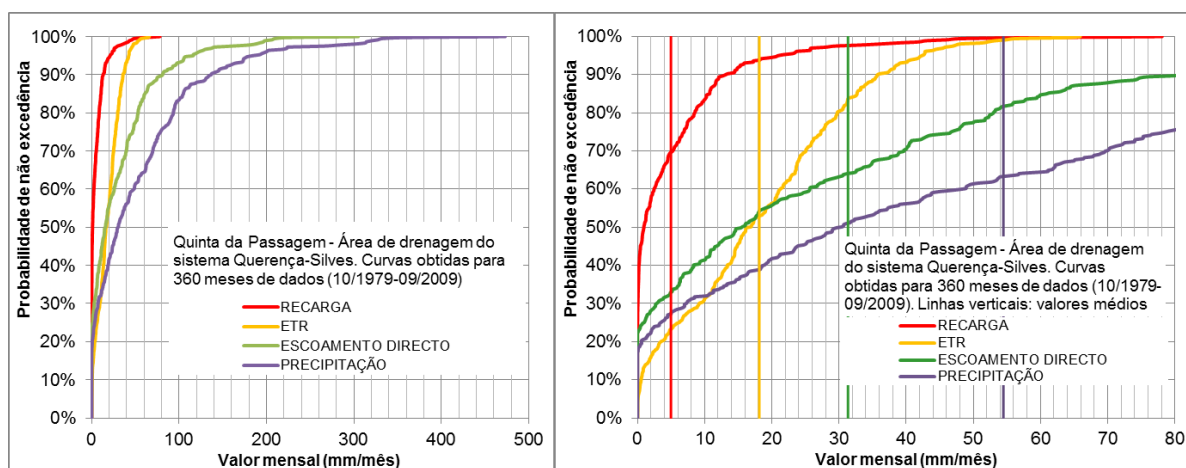


Figura 54 – Distribuição dos valores dos processos considerados no balanço hídrico na área de drenagem exterior do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30I/05HA – Quinta da Passagem

Quadro 29 – Balanço hídrico sequencial diário da área de drenagem exterior do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30I/05HA – Quinta da Passagem – dados anuais (unidades mm/ano)

Ano hidrológico	P	ET	Ed	Rec	Ano hidrológico	P	ET	Ed	Rec
1979/80	654	219	383	49	1994/95	390	145	222	27
1980/81	299	118	165	13	1995/96	1244	325	749	166
1981/82	569	196	326	40	1996/97	765	235	452	75
1982/83	413	160	235	29	1997/98	1032	298	617	112
1983/84	735	236	429	70	1998/99	364	148	202	18
1984/85	751	236	438	78	1999/00	674	235	388	55
1985/86	628	209	358	51	2000/01	909	254	541	98
1986/87	551	196	316	44	2001/02	642	235	355	57
1987/88	992	295	594	103	2002/03	636	236	349	65
1988/89	786	248	472	66	2003/04	594	221	322	52
1989/90	1096	290	672	135	2004/05	249	116	119	15
1990/91	662	227	377	58	2005/06	772	261	438	66
1991/92	382	141	217	20	2006/07	676	245	369	59
1992/93	475	181	264	31	2007/08	648	225	361	52
1993/94	612	213	352	50	2008/09	407	186	201	40
Média dos 30 anos						654	218	376	60

5.4.1.3.3 Área do sistema aquífero Querença-Silves

As distribuições espaciais dos valores anuais médios de cada processo do balanço hídrico subterrâneo, na área do sistema aquífero pertencente à sub-bacia hidrográfica a montante da Quinta da Passagem, estão representadas na parte NE das Figura 31 a Figura 33. O Quadro 50 do Anexo apresenta os valores mensais para a totalidade da série analisada, desde 1/10/1979 até 30/09/2009. A Figura 55 representa a distribuição de probabilidade destes valores mensais relativos a cada um dos processos, podendo-se constatar que, excluindo a ETR que apresenta valores semelhantes, as médias são superiores às medianas definindo uma distribuição assimétrica positiva, o que representa maior frequência de valores mensais mais baixos. O Quadro 30 representa os valores obtidos para cada um destes processos por ano hidrológico.

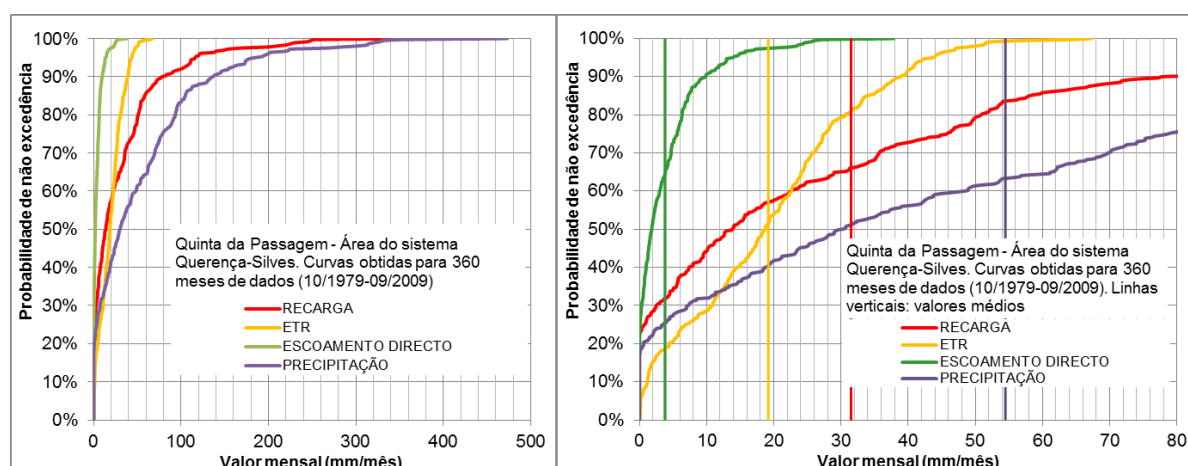


Figura 55 – Distribuição dos valores dos processos considerados no balanço hídrico na área do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30I/05HA – Quinta da Passagem

Quadro 30 – Balanço hídrico sequencial diário da área do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30I/05HA – Quinta da Passagem – dados anuais (unidades mm/ano)

Ano hidrológico	P	ET	Ed	Rec	Ano hidrológico	P	ET	Ed	Rec
1979/80	654	237	46	368	1994/95	390	160	26	205
1980/81	299	131	20	148	1995/96	1244	293	91	857
1981/82	569	205	39	320	1996/97	765	224	55	483
1982/83	413	166	28	227	1997/98	1032	299	75	656
1983/84	735	244	52	438	1998/99	364	159	24	184
1984/85	751	239	53	459	1999/00	674	269	46	361
1985/86	628	229	43	351	2000/01	909	257	66	575
1986/87	551	204	38	312	2001/02	642	269	42	337
1987/88	992	294	72	625	2002/03	636	255	42	347
1988/89	786	262	57	467	2003/04	594	249	38	306
1989/90	1096	279	82	735	2004/05	249	131	14	105
1990/91	662	258	45	360	2005/06	772	288	53	426
1991/92	382	157	26	198	2006/07	676	271	44	360
1992/93	475	193	31	251	2007/08	648	248	43	346
1993/94	612	236	42	336	2008/09	407	201	24	198
Média dos 30 anos						654	230	45	378

5.4.2 Área da sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30I/02HA – Ponte ribeira do rio Seco

5.4.2.1 Localização

A Figura 39 representa a área da sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica de Ponte ribeira do rio Seco, para a qual se integram os resultados da corrida do modelo de balanço hídrico sequencial diário.

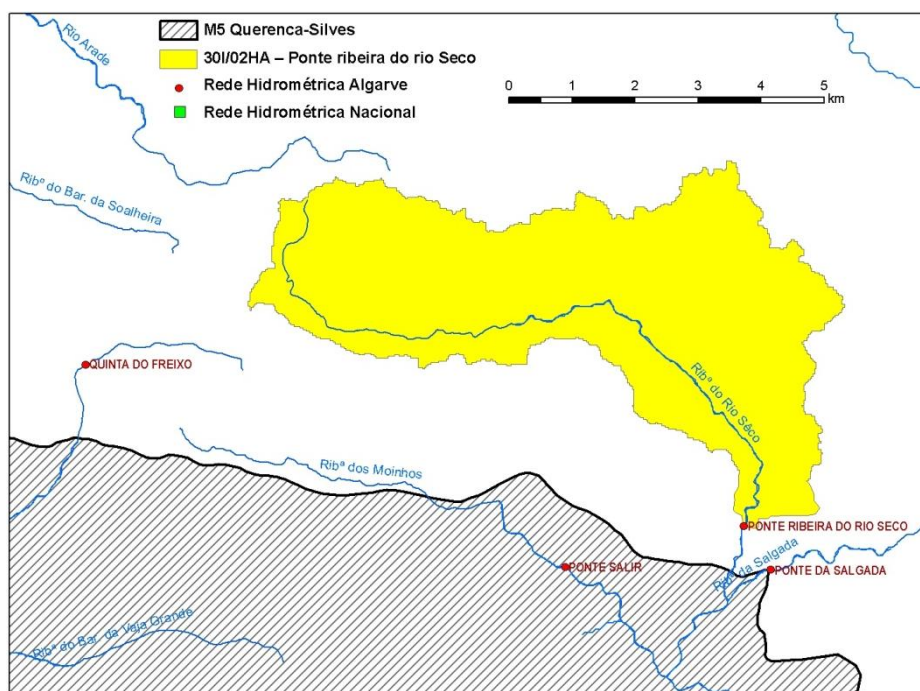


Figura 56 – Sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30I/02HA – Ponte ribeira do rio Seco com indicação da área de afloramento do sistema aquífero Querença-Silves

5.4.2.2 Modelo de balanço hídrico sequencial diário

A sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica da Ponte da ribeira do rio Seco faz na sua totalidade parte da área de drenagem exterior do sistema aquífero Querença-Silves (cf. Figura 56). Para esta área de drenagem foi corrido o modelo BALSEQ_MOD, apresentando-se na Figura 57 a função distribuição de probabilidade dos valores mensais obtidos para cada um dos processos modelados, para os 360 meses da série analisada, desde 1/10/1979 até 30/09/2009. O Quadro 51 do Anexo apresenta os valores mensais.

As distribuições espaciais dos valores anuais médios podem ser visualizadas na parte NNE das Figura 31 a Figura 33. O Quadro 31 representa os valores obtidos para cada um destes processos por ano hidrológico.

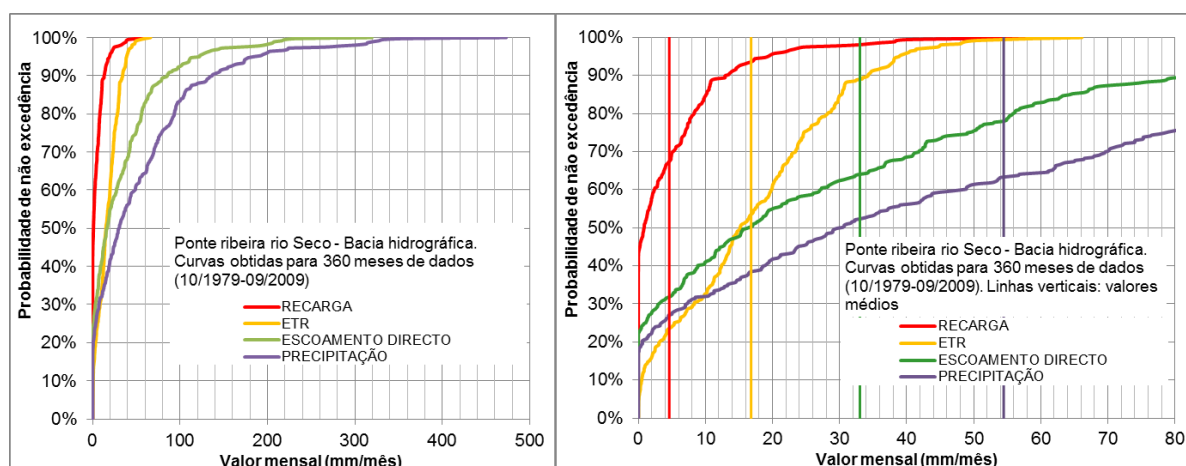


Figura 57 – Distribuição dos valores dos processos considerados no balanço hídrico da sub-bacia hidrográfica a montante da estação hidrométrica 30I/02HA – Ponte ribeira do rio Seco

Quadro 31 – Balanço hídrico sequencial diário da sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30I/02HA – Ponte ribeira do rio Seco – dados anuais (unidades mm/ano)

Ano hidrológico	P	ET	Ed	Rec	Ano hidrológico	P	ET	Ed	Rec
1979/80	654	201	404	47	1994/95	390	132	234	26
1980/81	299	109	175	12	1995/96	1244	310	788	142
1981/82	569	181	344	38	1996/97	765	222	475	66
1982/83	413	148	248	29	1997/98	1032	280	649	97
1983/84	735	218	452	64	1998/99	364	137	214	17
1984/85	751	220	461	71	1999/00	674	214	410	55
1985/86	628	191	378	48	2000/01	909	238	570	86
1986/87	551	180	334	42	2001/02	642	214	375	57
1987/88	992	280	625	90	2002/03	636	217	368	64
1988/89	786	230	497	59	2003/04	594	203	339	51
1989/90	1096	273	706	116	2004/05	249	107	126	16
1990/91	662	208	398	57	2005/06	772	242	462	63
1991/92	382	130	229	20	2006/07	676	226	389	57
1992/93	475	166	279	31	2007/08	648	207	381	50
1993/94	612	195	371	47	2008/09	407	171	213	41
Média dos 30 anos						654	202	397	55

6 Conclusões

O Quadro 32 sintetiza os valores anuais médios dos processos do ciclo hidrológico modelados por ambos os modelos aplicados. No caso do modelo de balanço hídrico sequencial diário utilizou-se o programa BALSEQ_MOD tendo-se caracterizado os valores de evapotranspiração real (ETR), escoamento direto (Ed) e recarga (R). No caso da decomposição dos hidrogramas de escoamento superficial (E) utilizou-se a metodologia DECHIDR, tendo-se caracterizado os escoamentos direto (Ed), escoamento de base (Eb), e, por diferença para a precipitação (P), o somatório $ETR + \Delta A + E_{bs} + H_s$, representando ΔA a variação do armazenamento de água no solo e no aquífero, E_{bs} , o escoamento subterrâneo de saída da sub-bacia hidrográfica (água que se infiltra dentro da bacia mas que escoou para fora dela sem passar na secção de medição do escoamento superficial), e H_s , as extrações de água subterrânea ou superficial por parte do homem.

O Quadro 32 permite também comparar os resultados da aplicação de duas metodologias distintas de estimativa dos processos do ciclo hidrológico. A metodologia BALSEQ_MOD faz a sua estimativa prevendo a forma como a água de precipitação se distribui pelos vários processos do ciclo hidrológico utilizando as propriedades do solo, as características de ocupação do solo e a geologia. A metodologia DECHIDR estuda os mesmos processos a partir da resposta do meio ao processo de precipitação. No Quadro 32 os únicos processos diretamente comparáveis são o escoamento direto, verificando-se que apresentam valores muito diferentes. A razão desta diferença é facilmente explicável: o escoamento direto estimado pelo modelo BALSEQ_MOD, quando atinge os cursos de água superficial, pode infiltrar-se recarregando o sistema aquífero; o escoamento direto que se estima pelo método DECHIDR é o que sobra do processo de geração de escoamento direto dentro da bacia hidrográfica (estimável pelo modelo BALSEQ_MOD) e que não se infiltra. O escoamento direto estimado pelo modelo BALSEQ_MOD, ao infiltrar-se e recarregar o sistema aquífero, passa a fazer parte do escoamento subterrâneo e, devido às direções de escoamento subterrâneo, função da elevada carsificação do sistema aquífero, é encaminhado para fora da área da sub-bacia hidrográfica (ver esquema da Figura 58), constituindo escoamento subterrâneo de saída. Por este mesmo motivo, o escoamento de base obtido pelo método DECHIDR não pode ser um estimador da recarga que ocorre na área da sub-bacia hidrográfica, sendo apenas um estimador por defeito da mesma. A maior parte da recarga que ocorre abandona a área de ocorrência da sub-bacia hidrográfica por escoamento subterrâneo.

Quadro 32 – Síntese dos valores anuais médios por processo do ciclo hidrológico modelado, comparando os valores obtidos pelas metodologias DECHIDR e BALSEQ_MOD

Sub-bacia hidrográfica	Sector / Série temporal	Área (km ²)	BALSEQ_MOD				DECHIDR				
			P	ETR	Ed	R	P	E	Ed	Eb	ETR+deltaA+Ebs+Hs
1.Ponte Mesquita	Total	111,4	654	249	111	294					
	QS	90,4	654	245	66	344					
	Exterior N	16,3	654	265	305	85					
	Exterior S	4,7	654	275	316	63					
	6 anos hidrológicos	111,4	643	247	109	287	643	17	14	2,4	626
1.1.Rotunda A2	Total	5,2	654	285	255	114					
	QS	0,2	654	231	0	422					
	Exterior	5,1	654	286	263	104					
2.Purgatório	Total	282,2	654	233	228	192					
	QS	155,8	654	239	119	296					
	Exterior	126,4	654	226	363	65					
	3 anos hidrológicos	282,2	699	268	236	189	680	60	50	10	619
2.1.Quinta do Freixo	Total	4,0	654	266	258	130					
2.2.Ponte Querença	Total	33,2	654	221	341	92					
	QS	4,1	654	242	36	376					
	Exterior	29,2	654	218	384	52					
2.3.Quinta da Passagem	Total	92,8	654	221	298	135					
	QS	21,9	654	230	45	378					
	Exterior	70,9	654	218	376	60					
	8 anos hidrológicos	92,8	605	219	267	119	622	178	90	89	444
2.3.1.Ponte ribeira do rio Seco	Total	25,8	654	202	397	55					

Valores expressos em mm/ano

Nota: Quadro síntese dos valores anuais médios obtidos para as séries de 30 anos (1979-2009) ou considerando apenas os anos para os quais se correu o modelo DECHIDR, caso em que se indicam o número de anos considerado. Total = área total da sub-bacia indicada, QS = área de afloramento do sistema aquífero Querença-Silves, Exterior = área de drenagem exterior ao sistema aquífero Querença-Silves, Exterior N = o mesmo que Exterior mas parte norte, Exterior S = o mesmo que Exterior mas parte sul. ETR = evapotranspiração real, Ed = escoamento direto, R = recarga, E = escoamento superficial, Eb = escoamento de base, P = precipitação, deltaA = variação do armazenamento de água no solo e no aquífero, Ebs = escoamento subterrâneo de saída da sub-bacia hidrográfica, Hs = extrações de água subterrânea ou superficial por parte do homem.

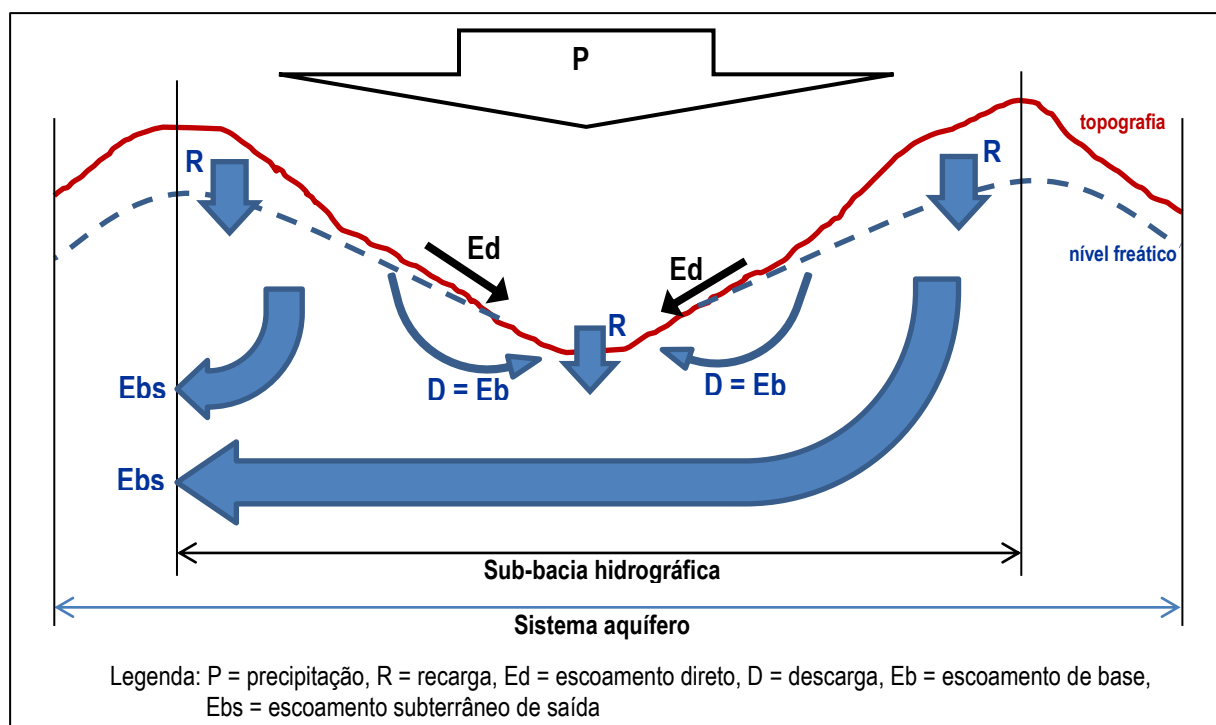


Figura 58 – Representação esquemática dos processos de recarga, descarga, escoamento direto e escoamento de base em relação à sub-bacia hidrográfica e ao sistema aquífero, sem área de drenagem externa ao sistema aquífero

O Quadro 33 apresenta os volumes de recarga do sistema aquífero nas áreas das sub-bacias hidrográficas analisadas, considerando os volumes de água gerados nas respetivas áreas de drenagem. Para o cálculo da recarga alóctone considerou-se que a totalidade da recarga direta calculada fora do sistema aquífero e do escoamento de base aí gerado se infiltravam quando o escoamento superficial daí proveniente entrava na área do sistema aquífero. Esquemáticamente esta situação pode ser vista na Figura 59. Esta será uma estimativa por excesso, uma vez que parte dessa água pode ser usada para outros processos como a extração de águas subterrâneas ou de águas superficiais ou processos de evapotranspiração. No caso de estes processos serem nulos ou desprezáveis verifica-se que relativamente à recarga direta na área de afloramento do sistema aquífero, a recarga alóctone pode ser significativa, mais 26 % no caso de Ponte Mesquita e mais 117 % no caso do Purgatório. No caso dos referidos processos não serem desprezáveis, mesmo assim, deverá ser significativa a água que contribui para a recarga do sistema aquífero.

Quadro 33 – Estimativa da recarga nas áreas de drenagem do sistema aquífero Querença-Silves pertencentes às sub-bacias hidrográficas de Ponte Mesquita e Purgatório

Sub-bacia hidrográfica	Sector	Área (km ²)	Recarga (hm ³ /ano)	Escoamento base corrigido (hm ³ /ano)	Escoamento subterrâneo de saída (+Extrações) (hm ³ /ano)
1.Ponte Mesquita	QS	90,4	31,1		
	Exterior N	16,3	6,4		
	Exterior S	4,7	1,8		
	Total	111,4	39,3	0,3	39,0
2.Purgatório	QS	155,8	46,1		
	Exterior	126,4	54,1		
	Total	282,2	100,2	2,9	97,3

Notas: Total = área total da sub-bacia indicada, QS = área de afloramento do sistema aquífero Querença-Silves, Exterior = área de drenagem exterior ao sistema aquífero Querença-Silves, Exterior N = o mesmo que Exterior mas parte norte, Exterior S = o mesmo que Exterior mas parte sul. Recarga – no caso do QS é a calculada pelo modelo BALSEQ_MOD, nos casos Exterior é a soma da recarga e do escoamento direto calculados pelo modelo BALSEQ_MOD, a Total é a dada pela soma das outras. Escoamento de base corrigido – é o estimado pelo método DECHIDR, corrigido de um fator dado pela relação entre a recarga média para a série de 30 anos e a recarga média da série utilizada no DECHIDR.

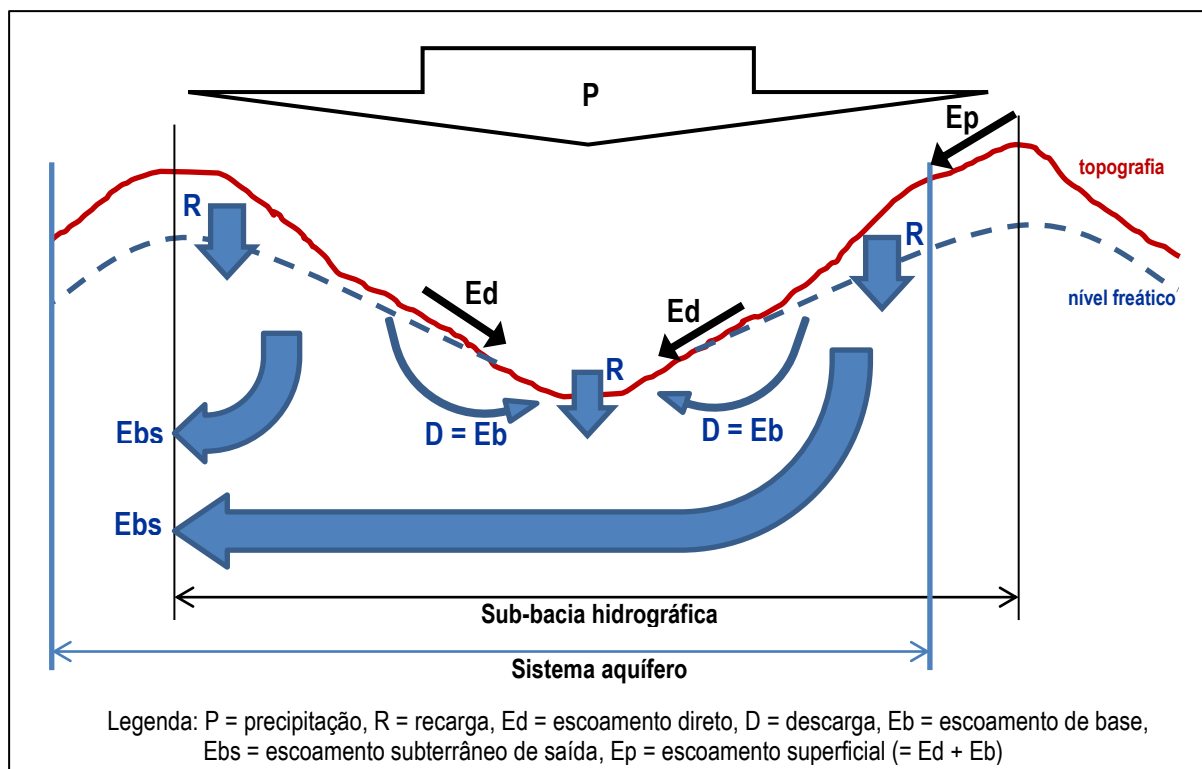


Figura 59 – Representação esquemática dos processos de recarga, descarga, escoamento direto, escoamento de base e escoamento superficial em relação à sub-bacia hidrográfica e ao sistema aquífero, considerando área de drenagem externa ao sistema aquífero

Tomando agora em atenção os valores de escoamento de base determinados para as sub-bacias hidrográficas em análise, e corrigindo os valores de escoamento base obtidos multiplicando-os por um fator dado pela relação entre as recargas calculadas pelo modelo BALSEQ_MOD (pouco significativo uma vez que os valores de recarga determinados para os valores dos anos hidrológicos

analisados pela metodologia DECHIDR são próximos dos valores médios para os 30 anos analisados pelo modelo BALSEQ_MOD) é possível estimar, qual a parte da recarga calculada para as sub-bacias hidrográficas que escoam subterraneamente para fora delas. Embora a maior parte deste valor possa ser atribuído ao escoamento subterrâneo de saída das sub-bacias, uma parte será também utilizada para extração de água subterrânea (ou superficial se tiver havido descarga para a superfície).

Realça-se a importância da consideração da área de drenagem do sistema aquífero, contribuindo com água para a recarga do mesmo. Esta recarga, indireta porque não resulta da infiltração direta da água de precipitação através do solo, mas sim de água que precipitou em áreas exteriores à área de afloramento do sistema aquífero, sendo por isso mesmo também designada de alóctone, é extremamente importante para os volumes de águas subterrâneas disponíveis, sendo por isso um elemento indispensável para a gestão do sistema aquífero.

Lisboa, Laboratório Nacional de Engenharia Civil

Junho de 2012

VISTOS



J.P. Cárcomo Lobo Ferreira
Chefe do Núcleo de Águas Subterrâneas



Rafaela de Saldanha Matos
Diretora do Departamento de Hidráulica e
Ambiente

AUTORIAS



Manuel Mendes Oliveira
Doutor em Hidrogeologia
Investigador Auxiliar
Núcleo de Águas Subterrâneas



Luís G. S. Oliveira
Mestre em Engenharia do Ambiente
Bolseiro de Investigação
Núcleo de Águas Subterrâneas

Bibliografia

- Allen, R.G.; Pereira, L.S.; Raes, D.; Smith, M. (1998) – "Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements", FAO, Irrigation and Drainage Paper, nr. 56.
- Almeida, C.; Mendonça, J.J.L.; Jesus, M.R.; Gomes, A.J. (2000) – "Sistemas Aquífero de Portugal Continental". Relatório INAG. Lisboa (Portugal).
- Beven, K.J. (2001) – "Rainfall-runoff modelling: the primer". John Wiley & Sons, 360 pp.
- Custodio, E.; Llamas, M.R. - Hidrologia Subterránea. Barcelona (Espanha), Ediciones Omega, SA., 1976.
- Linsley Jr., R.K.; Kohler, M.A.; Paulhus, J.L.H. (1975) – "Hydrology for Engineers". Second Edition. McGraw Hill Kogakusha, Ltd.
- Lobo Ferreira, J.P. (1981, 1982) – "Mathematical Model for the Evaluation of the Recharge of Aquifers in Semiarid Regions with Scarce (Lack) Hydrogeological Data". Proceedings of Euromech 143/2-4 Setp.1981, Rotterdam, A.A. Balkema (Ed. A. Verruijt e F.B.J. Barends), 1981. Também: Memória N° 582, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1982.
- MAOT (2000) - Anexo 6 – Utilizações e Necessidades da Água; Tomo 6B – Avaliação das necessidades actuais de água; Parte II – Agricultura e Agropecuária (Versão Provisória); Apêndice III – Evapotranspiração de referência. Plano de Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Algarve; 1ª Fase.
- Monteiro, J. P.; Matos Silva, J.; Guerreiro, P.; Martins, J.; Reis, E. (2007) – "Modelação de Relações entre Águas Superficiais e Subterrâneas nos Aquíferos Do Algarve Central" in *Actas do Seminário sobre Águas Subterrâneas*. Lisboa (Portugal), Associação Portuguesa de Recursos Hídricos (APRH), Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), 1-2 Março 2007.
- Oliveira (1997) – "DECHIDR.BAS - Um Programa de Computador para Estimar a Recarga de Águas Subterrâneas a Partir da Análise de Hidrogramas de Escoamento". Seminário sobre Águas Subterrâneas. Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos, Lisboa, 10 a 12 de Dezembro de 1997.
- Oliveira, M.M. (2001) – "A Estimativa da Recarga das Águas Subterrâneas a Partir da Decomposição de Hidrogramas de Escoamento Superficial – O Programa de Computador DECHIDR_VB.VBP", in *Seminário sobre "A Hidroinformática em Portugal"*, Lisboa (Portugal), Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Publicação em CD-ROM, 15-16 Novembro, 2001.
- Oliveira, M.M. (2004, 2006) – "Recarga de águas subterrâneas: Métodos de avaliação". Doutoramento em Geologia (Hidrogeologia), Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, Departamento de Geologia, 440 pp., 2004. Também: Teses e Programas de Investigação - TPI 42, ISBN 972-49-2093-3, Editora LNEC, 2006.

- Oliveira, M.M. (2011) - "Conceptualização do processo de recarga e do balanço hídrico de sistemas aquíferos no planeamento de recursos hídricos por sub-bacias hidrográficas". Comunicações do 8º Seminário sobre Águas Subterrâneas, Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa, 10 e 11 de Março, 2011, pp 55-59.
- Oliveira, M.M.; Moinante, M.J.; Lobo Ferreira, J.P. (1997) – "Cartografia Automática da Vulnerabilidade de Aquíferos com Base na Aplicação do Método DRASTIC". Relatório Final. Lisboa, LNEC, Relatório 60/97-GIAS, 535 pp.
- Oliveira, M.M.; Oliveira, L.; Lobo Ferreira, J.P. (2008) – "Estimativa da recarga natural no sistema aquífero de Querença-Silves (Algarve) pela aplicação do modelo BALSEQ_MOD" in 9.º Congresso da Água - Água: desafios de hoje, exigências de amanhã, Cascais (Portugal), 2 - 4 Abril 2008, CD.
- Oliveira, L.; Leitão, T.E.; Lobo Ferreira, J.P.; Oliveira, M.M.; Novo, M. E. (2011) - "Água, Ecossistemas Aquáticos e Actividade Humana – Projecto PROWATERMAN. Terceiro relatório temático – Resultados quantitativos e qualitativos das campanhas de 2011 e balanços hídricos". Relatório 291/2011, 107 pp.
- Quintela, A. (1967) – "Recursos de águas superficiais em Portugal Continental". Dissertação apresentada ao Instituto Superior Técnico para a obtenção do grau de Doutor em Engenharia Civil, 276 pp.
- Reis, E.; Gago, C.; Borges, G.; Matos, M.; Cláudio, A.; Mendes, E.; Silva, A.; Serafim, J.; Rodrigues, A.; Correia, S. (2007) – "Contribuição para o Cálculo do Balanço Hídrico dos Principais Sistemas Aquíferos do Algarve". Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Algarve, 2007.
- Salvador, N.; Oliveira, M.M.; Reis, E.; Oliveira, L.; Lobo Ferreira, J.P.; Monteiro, J.P. (2012) - "Contribuição para a quantificação das relações rio-aquífero no sistema aquífero Querença-Silves". Comunicação ao 11º Congresso da Água, APRH, Publicação em CD-ROM, Palácio Hotel, Porto, 6 a 8 de Fevereiro de 2012, 15 pp.
- SGP (1992) - Carta Geológica da Região do Algarve, na escala de 1:100 000.
- Vieira, J.; Monteiro, J.P. (2003) – "Atribuição de Propriedades a Redes não Estruturadas de Elementos Finitos Triangulares (Aplicação ao cálculo da recarga de sistemas aquíferos do Algarve)". Actas das Jornadas Luso-Espanholas Sobre as Águas Subterrâneas no Sul da Península Ibérica. APRH, Universidade do Algarve, Faro (Portugal); pp. 183-192.

ANEXO – Valores mensais resultantes da aplicação do modelo de balanço hídrico sequencial diário BALSEQ_MOD às áreas de drenagem do sistema aquífero Querença-Silves pertencentes às sub-bacias hidrográficas definidas a montante das estações hidrométricas de Ponte Mesquita e do Purgatório

Quadro 34 – Balanço hídrico sequencial diário da área da sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita – dados mensais (unidades mm/mês)

A.H.	1979/80				1980/81				1981/82				1982/83				1983/84				1984/85				1985/86				1986/87				
	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	
Out	265	44	48	127	33	12	5	12	16	9	2	5	20	13	3	7	68	10	12	27	36	14	5	13	0	0	0	0	31	15	5	11	
Nov	5	15	0	1	94	28	16	39	2	2	0	0	146	23	28	72	302	40	57	162	131	32	22	53	97	23	16	39	66	20	11	28	
Dez	8	6	1	2	0	4	0	0	178	15	32	83	29	15	4	10	107	25	19	55	104	25	19	51	95	20	16	41	28	13	4	10	
Jan	30	12	4	10	0	2	0	0	96	30	17	49	3	8	0	1	15	18	2	5	223	26	43	122	53	25	8	21	146	19	26	69	
Fev	85	20	15	38	44	8	7	17	45	26	7	18	88	19	15	39	18	15	3	6	149	27	26	79	165	28	29	85	140	33	25	71	
Mar	62	39	10	25	29	18	4	9	44	22	8	18	15	22	2	5	75	37	12	29	19	42	2	4	38	39	6	15	20	32	3	7	
Abr	105	41	19	46	49	28	7	17	65	42	9	22	93	31	15	36	106	40	18	45	74	44	11	28	73	39	12	28	62	38	9	22	
Mai	76	46	13	31	21	21	3	8	0	21	0	0	16	34	2	5	39	52	5	12	16	33	2	6	37	29	6	14	0	18	0	0	
Jun	0	20	0	0	3	7	0	1	0	9	0	0	2	12	0	0	5	22	0	1	0	18	0	0	0	17	0	0	0	9	0	0	0
Jul	0	3	0	0	0	1	0	0	21	5	4	8	0	3	0	0	0	5	0	0	0	4	0	0	0	3	0	0	5	4	1	1	
Ago	13	5	2	4	0	0	0	0	21	12	3	8	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	41	8	7	16	
Set	5	3	1	1	26	9	4	10	81	27	14	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	23	12	28	14	13	2	5	
A.H.	1987/88				1988/89				1989/90				1990/91				1991/92				1992/93				1993/94				1994/95				
	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	
Out	130	36	22	51	61	16	10	24	161	43	29	68	112	34	18	43	90	28	15	36	42	16	7	15	143	40	24	58	35	17	5	10	
Nov	198	35	39	106	328	33	63	175	224	31	41	115	55	25	9	21	7	8	1	2	2	6	0	0	184	37	35	91	95	25	16	40	
Dez	313	24	60	184	7	20	1	3	473	30	94	309	91	26	15	37	80	18	14	34	174	18	32	83	2	13	0	0	53	20	8	20	
Jan	103	26	18	53	89	21	16	41	54	23	9	29	19	17	2	5	79	20	14	35	28	15	5	12	71	21	12	31	69	17	12	30	
Fev	65	36	10	27	70	29	11	30	9	21	1	4	137	32	24	64	15	17	2	5	42	26	6	16	99	28	17	43	74	26	14	36	
Mar	29	34	5	13	31	34	5	12	50	36	8	19	130	51	22	60	21	12	3	8	28	24	4	9	6	28	1	2	25	22	4	10	
Abr	19	33	2	5	101	50	17	42	105	55	18	43	92	48	16	37	32	26	5	11	54	25	8	19	23	22	3	7	24	15	4	8	
Mai	57	44	9	22	36	32	6	13	15	40	2	4	0	22	0	0	19	14	2	6	90	49	14	32	72	39	11	25	8	16	1	3	
Jun	70	39	11	26	0	18	0	0	0	18	0	0	20	17	3	7	13	14	2	4	0	18	0	0	0	15	0	0	1	6	0	0	
Jul	8	16	1	3	0	3	0	0	0	4	0	0	0	3	0	0	0	2	0	0	0	3	0	0	1	3	0	0	2	3	0	0	
Ago	0	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Set	0	0	0	0	63	21	11	26	7	2	1	2	9	3	1	2	26	7	5	10	17	8	2	4	11	4	1	3	5	2	1	1	
A.H.	1995/96				1996/97				1997/98				1998/99				1999/2000				2000/01				2001/02				2002/03				
	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	
Out	11	4	1	3	35	13	6	14	201	46	37	89	13	11	2	4	137	33	23	56	23	11	3	7	77	40	11	26	44	27	5	11	
Nov	202	30	36	91	23	12	3	6	320	44	60	173	19	8	3	8	54	17	9	23	93	25	15	36	34	17	5	12	128	26	21	53	
Dez	331	30	64	193	356	23	68	194	192	27	36	110	34	2	6	14	62	25	10	27	283	27	55	154	134	20	24	63	119	28	20	56	
Jan	314	28	58	215	154	26	29	91	89	26	16	46	74	21	13	31	71	22	12	30	159	27	28	86	75	24	13	35	79	26	13	38	
Fev	70	31	13	42	0	18	0	0	67	28	12	44	3	12	0	1	7	19	1	3	78	30	14	41	11	19	1	2	93	27	16	43	
Mar	173	49	32	97	0	20	0	0	12	24	1	3	96	34	16	38	43	24	6	14	154	49	27	79	113	44	18	46	49	42	7	16	
Abr	25	43	3	7	70	40	11	26	43	44	5	13	24	19	3	8	195	66	34	84	2	32	0	0	93	48	16	40	111	54	19	47	
Mai	94	71	15	35	64	43	10	24	54	44	8	19	28	26	4	8	100	61	17	40	32	42	4	10	7	23	0	1	11	31	1	3	
Jun	0	23	0	0	36	38	6	13	5	24	1	1	0	5	0	0	0	14	0	0	4	19	0	1	2	9	0	0	1	12	0	0	
Jul	0	5	0	0	4	8	0	1	0	4	0	0	18	6	3	7	0	3	0	0	0	4	0	0	0	2	0	0	0	3	0	0	
Ago	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	7	7	1	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	
Set	24	11	3	7	23	9	3	7	51	17	8	18	48	15	8	19	6	2	1	2	82	19	14	33	97	35	15	35	0	1	0	0	
A.H.	2003/04				2004/05				2005/06				2006/07				2007/08				2008/09				Média								
	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	
Out	219	50	38	92	105	24	17	41	133	31	21	51	176	36	31	77	46	21	7	17	57	32	8	19	84	24	14	34					
Nov	104	38	18	45	18	21	2	4	172	32	32	85	174	42	30	82	68	15	12	29	29	11	4	10	112	24	20	53					
Dez	87	28	14	41	49	19	8	19	84	25	14	39	37	25	5	16	113	18	21	55	39	23	4	9	122	20	22	64					
Jan	20	18	2	4	3	7	0	0	72	25	11	31	27	15	3	7	63	25	10	27	95	24	14	36	79	21	14	40					
Fev	59	24	9	22	15	9	2	4	62	31	9	24	69	33	10	26	94	26	15	42	91	31	16	46	65	24	11	31					
Mar	43	35	6	14	32	20	3	7	108	48	19	48	22	27	3	6	25	33	4	9	42	31	6	15	51	32	8	21					
Abr	11	23	1	3	6	13	0	1	49	44	7	17	62	41	9	22	120	51	20	51	37	29	5	12	64	38	10	25					
Mai	27	27	3	6	17	12	2	4	0	22	0	0	31	29	5	11	42	39	5	11	4	19	0	0	34	33	5	12					
Jun	0	7	0	0	0	5	0	0	32	21	5	12	15	17	2	4	0	16	0	0	2	9	0	0	7	16	1	2					
Jul	0	2	0	0	4	3	0	0	4	7	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	1	2	0	0	2	4	0	1					
Ago	13	6	2	4	1	2	0	0	31	11	5	12	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	2	1	2					
Set	12	6	2	4	1	1	0	0	25	11	4	9	61	20	10	24	75	17	13	29	10	5	1	3	28	10	5	10					

Quadro 35 – Balanço hídrico sequencial diário da área de drenagem exterior norte do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita – dados mensais (unidades mm/mês)

A.H.	1979/80				1980/81				1981/82				1982/83				1983/84				1984/85				1985/86				1986/87				
Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	
Out	265	43	131	33	33	13	15	2	16	11	7	1	20	15	9	1	68	8	32	5	36	14	15	2	0	0	0	0	31	17	13	2	
Nov	5	23	1	0	94	28	45	9	2	2	0	0	146	26	75	16	302	42	154	51	131	29	60	12	97	22	45	8	66	20	31	6	
Dez	8	8	2	0	0	7	0	0	178	12	86	20	29	16	11	2	107	31	52	19	104	28	52	13	95	19	45	9	28	14	11	2	
Jan	30	11	11	2	0	3	0	0	96	30	47	16	3	11	1	0	15	23	6	1	223	26	114	43	53	23	22	6	146	17	70	18	
Fev	85	19	42	10	44	6	20	3	45	30	20	5	88	17	40	10	18	22	7	1	149	29	70	34	165	26	78	30	140	33	67	25	
Mar	62	39	28	6	29	17	11	2	44	35	21	3	15	29	6	1	75	37	32	8	19	63	5	1	38	52	17	5	20	45	9	1	
Abr	105	49	52	9	49	30	20	3	65	44	26	5	93	31	41	8	106	49	49	10	74	52	32	5	73	47	32	6	62	45	26	4	
Mai	76	51	36	6	21	26	9	1	0	26	0	0	16	41	5	1	39	57	14	2	16	36	7	1	37	33	17	2	0	22	0	0	
Jun	0	19	0	0	3	6	1	0	0	3	0	0	2	8	0	0	5	17	1	0	0	10	0	0	0	12	0	0	0	3	0	0	
Jul	0	1	0	0	0	0	0	0	21	4	10	1	0	1	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	5	3	2	0	
Ago	13	5	5	1	0	0	0	0	21	13	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	7	20	3	
Set	5	3	2	0	26	9	12	2	81	29	38	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	25	33	5	14	15	5	1	
A.H.	1987/88				1988/89				1989/90				1990/91				1991/92				1992/93				1993/94				1994/95				
Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	
Out	130	34	60	10	61	16	28	4	161	41	79	14	112	31	51	9	90	28	42	7	42	17	18	3	143	40	67	13	35	18	13	2	
Nov	198	41	105	30	328	33	170	56	224	34	112	36	55	28	24	4	7	12	2	0	2	8	0	0	184	39	94	25	95	26	45	9	
Dez	313	27	161	71	7	28	3	1	473	34	251	129	91	24	40	10	80	16	39	7	174	16	86	20	2	17	0	0	53	19	24	4	
Jan	103	28	48	22	89	20	43	12	54	29	25	13	19	16	6	1	79	18	38	8	28	19	13	2	71	19	33	9	69	16	33	7	
Fev	65	39	29	12	70	30	32	11	9	36	4	2	137	28	66	21	15	19	6	1	42	26	18	5	99	25	47	14	74	25	38	10	
Mar	29	54	14	4	31	44	14	2	50	55	22	5	130	54	61	21	21	20	9	1	28	31	11	2	6	36	2	1	25	30	12	2	
Abr	19	45	7	1	101	59	48	10	105	65	49	10	92	57	43	8	32	30	13	2	54	29	22	3	23	30	9	1	24	21	10	1	
Mai	57	38	25	4	36	36	16	2	15	40	5	1	0	31	0	0	19	13	7	1	90	50	38	6	72	38	29	5	8	17	3	0	
Jun	70	27	31	5	0	13	0	0	0	6	0	0	20	13	9	1	13	12	5	1	0	18	0	0	0	13	0	0	1	3	0	0	
Jul	8	11	3	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	2	2	0	0	
Ago	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Set	0	0	0	0	63	24	31	5	7	1	2	0	9	2	3	0	26	7	13	2	17	7	5	1	11	4	4	1	5	3	2	0	
A.H.	1995/96				1996/97				1997/98				1998/99				1999/2000				2000/01				2001/02				2002/03				
Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	
Out	11	4	4	1	35	15	17	2	201	46	100	19	13	14	5	1	137	30	64	12	23	12	8	1	77	43	32	6	44	30	14	2	
Nov	202	27	99	21	23	11	7	1	320	47	162	62	19	8	9	1	54	21	26	4	93	23	43	7	34	19	14	2	128	23	58	12	
Dez	331	32	172	73	356	23	181	61	192	31	97	46	34	2	16	2	62	23	28	7	283	28	147	49	134	20	66	15	119	27	55	17	
Jan	314	29	157	101	154	29	78	39	89	28	44	19	74	16	34	8	71	19	32	10	159	29	75	37	75	23	35	11	79	25	35	15	
Fev	70	38	34	20	0	34	0	0	67	36	33	20	3	15	1	0	7	21	3	1	78	37	39	16	11	23	2	1	93	30	43	15	
Mar	173	64	87	36	0	38	0	0	12	45	4	1	96	34	43	9	43	28	17	3	154	62	75	30	113	43	51	13	49	47	19	4	
Abr	25	76	9	1	70	44	30	5	43	51	16	2	24	28	10	1	195	65	93	22	2	56	0	0	93	57	43	12	111	60	53	11	
Mai	94	72	41	7	64	39	28	4	54	38	22	3	28	28	10	2	100	72	46	10	32	35	12	2	7	28	1	0	11	40	4	1	
Jun	0	14	0	0	36	32	16	2	5	16	2	0	0	4	0	0	0	15	0	0	4	8	1	0	2	5	0	0	1	8	0	0	
Jul	0	1	0	0	4	4	1	0	0	1	0	0	18	6	8	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Ago	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	
Set	24	11	9	1	23	9	9	1	51	17	22	3	48	16	23	3	6	1	2	0	82	18	39	6	97	35	42	7	0	1	0	0	
A.H.	2003/04				2004/05				2005/06				2006/07				2007/08				2008/09				Média								
Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	
Out	219	48	105	20	105	21	48	8	133	29	60	11	176	33	85	18	46	23	21	3	57	35	23	3	84	24	39	7					
Nov	104	37	49	13	18	23	5	1	172	34	86	22	174	42	83	27	68	14	32	6	29	13	12	2	113	25	55	15					
Dez	87	28	39	15	49	18	22	4	84	27	40	13	37	27	15	6	113	18	56	13	39	18	11	3	122	21	60	21					
Jan	20	19	5	2	3	9	0	0	72	24	32	12	27	17	8	2	63	23	27	10	95	19	38	11	79	21	37	15					
Fev	59	23	24	7	15	10	5	1	62	31	26	9	69	29	28	9	94	27	42	14	91	33	42	15	65	26	30	11					
Mar	43	38	17	3	32	19	9	2	108	51	52	15	22	36	8	1	25	41	10	2	42	41	18	4	51	41	23	6					
Abr	11	35	4	1	6	18	1	0	49	56	21	3	62	48	26	5	120	56	56	12	37	37	14	2	64	46	29	6					
Mai	27	26	7	1	17	12	5	1	0	26	0	0	31	32	13	2	42	44	13	2	4	20	0	0	34	36	14	2					
Jun	0	4	0	0	0	4	0	0	32	13	14	2	15	12	5	1	0	14	0	0	2	5	0	0	7	11	3	0					
Jul	0	0	0	0	4	2	1	0	4	5	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	2	2	1	0					
Ago	13	7	5	1	1	2	0	0	31	13	14	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	2	0					
Set	12	6	5	1	1	0	0	0	25	11	11	1	61	22	28	4	75	15	35	5	10	5	4	1	28	10	13	2					

Quadro 36 – Balanço hídrico sequencial diário da área de drenagem exterior sul do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita – dados mensais (unidades mm/mês)

A.H.	1979/80				1980/81				1981/82				1982/83				1983/84				1984/85				1985/86				1986/87				
Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	
Out	265	49	137	26	33	15	15	0	16	10	7	0	20	13	9	0	68	13	33	2	36	17	15	0	0	0	0	31	17	14	0		
Nov	5	11	1	0	94	33	46	3	2	2	0	0	146	26	82	12	302	48	167	46	131	40	62	5	97	30	47	3	66	24	32	2	
Dez	8	4	2	0	0	2	0	0	178	19	92	14	29	16	11	0	107	26	54	19	104	29	54	10	95	25	47	4	28	15	11	0	
Jan	30	13	11	1	0	1	0	0	96	33	50	15	3	6	1	0	15	16	6	0	223	28	124	42	53	29	22	3	146	22	74	15	
Fev	85	22	43	9	44	9	20	1	45	26	20	2	88	21	42	10	18	9	7	0	149	29	74	30	165	31	84	29	140	37	71	23	
Mar	62	43	29	3	29	22	11	0	44	18	21	2	15	21	6	0	75	37	33	6	19	36	4	0	38	34	17	2	20	27	9	0	
Abr	105	46	53	8	49	33	20	1	65	47	26	1	93	35	42	6	106	41	50	9	74	43	32	3	73	39	32	4	62	41	26	1	
Mai	76	54	37	3	21	25	9	0	0	25	0	0	16	40	5	0	39	62	14	1	16	37	7	0	37	32	17	1	0	21	0	0	
Jun	0	28	0	0	3	9	1	0	0	15	0	0	2	17	0	0	5	29	1	0	0	25	0	0	0	23	0	0	0	15	0	0	
Jul	0	3	0	0	0	1	0	0	21	5	10	0	0	3	0	0	0	6	0	0	0	4	0	0	0	4	0	0	5	5	2	0	
Ago	13	4	5	0	0	0	0	0	21	14	9	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	9	20	1	
Set	5	3	1	0	26	11	12	0	81	32	39	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	28	33	2	14	16	5	0	
A.H.	1987/88				1988/89				1989/90				1990/91				1991/92				1992/93				1993/94				1994/95				
Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	
Out	130	44	61	3	61	18	29	2	161	52	81	6	112	40	51	3	90	35	43	2	42	19	18	0	143	45	68	5	35	20	13	0	
Nov	198	37	113	27	328	36	184	49	224	35	119	34	55	28	24	1	7	8	2	0	2	6	0	0	184	43	99	20	95	30	47	3	
Dez	313	27	176	71	7	17	3	0	473	35	274	120	91	31	41	5	80	23	40	3	174	22	92	13	2	10	0	0	53	23	24	1	
Jan	103	27	49	17	89	20	44	11	54	24	25	10	19	17	6	0	79	23	39	5	28	14	13	2	71	23	33	9	69	20	33	4	
Fev	65	39	29	6	70	31	32	7	9	16	4	1	137	35	68	17	15	17	6	0	42	29	18	4	99	30	47	10	74	28	39	9	
Mar	29	28	14	2	31	32	14	0	50	31	21	2	130	52	63	17	21	10	9	0	28	22	11	0	6	24	2	1	25	19	12	1	
Abr	19	28	7	0	101	53	49	6	105	57	50	5	92	49	44	5	32	28	13	1	54	27	22	1	23	23	9	0	24	14	10	0	
Mai	57	54	26	3	36	38	16	1	15	53	5	0	0	23	0	0	19	17	7	0	90	59	38	3	72	47	30	3	8	20	3	0	
Jun	70	51	31	2	0	26	0	0	0	29	0	0	20	23	9	0	13	19	5	0	0	24	0	0	0	20	0	0	1	9	0	0	
Jul	8	20	3	0	0	4	0	0	0	5	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	1	3	0	0	2	4	0	0
Ago	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Set	0	0	0	0	63	23	32	2	7	2	2	0	9	3	3	0	26	9	13	0	17	9	4	0	11	5	4	0	5	3	1	0	
A.H.	1995/96				1996/97				1997/98				1998/99				1999/2000				2000/01				2001/02				2002/03				
Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	
Out	11	5	4	0	35	15	17	1	201	55	104	10	13	11	5	0	137	41	66	4	23	13	8	0	77	46	31	1	44	30	14	0	
Nov	202	39	103	12	23	14	7	0	320	51	174	57	19	9	9	0	54	16	26	3	93	32	43	2	34	18	14	1	128	31	60	6	
Dez	331	34	186	72	356	26	197	57	192	31	102	40	34	2	17	1	62	29	29	6	283	32	160	42	134	24	69	11	119	33	57	14	
Jan	314	30	168	93	154	29	83	36	89	28	44	14	74	27	36	3	71	24	33	7	159	30	79	34	75	26	37	9	79	29	37	13	
Fev	70	33	36	16	0	11	0	0	67	27	36	16	3	11	1	0	7	18	3	1	78	30	40	14	11	18	2	0	93	27	44	14	
Mar	173	47	90	38	0	11	0	0	12	15	4	0	96	37	44	4	43	25	16	1	154	49	78	24	113	47	52	9	49	40	19	1	
Abr	25	37	8	0	70	42	31	3	43	43	15	0	24	18	10	0	195	74	95	17	2	24	0	0	93	50	44	9	111	57	54	9	
Mai	94	86	41	4	64	53	29	3	54	55	22	1	28	32	10	0	100	68	47	6	32	51	12	1	7	27	1	0	11	34	4	0	
Jun	0	33	0	0	36	52	16	1	5	34	1	0	0	7	0	0	0	16	0	0	4	26	1	0	2	13	0	0	1	16	0	0	
Jul	0	5	0	0	4	9	1	0	0	4	0	0	18	6	8	0	0	3	0	0	0	4	0	0	0	2	0	0	0	3	0	0	
Ago	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	7	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	
Set	24	13	8	0	23	11	9	0	51	21	22	1	48	18	23	1	6	2	2	0	82	23	40	2	97	41	43	2	0	1	0	0	
A.H.	2003/04				2004/05				2005/06				2006/07				2007/08				2008/09				Média								
Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	
Out	219	59	109	8	105	31	49	3	133	39	61	4	176	43	89	9	46	23	21	1	57	38	22	1	84	28	40	3					
Nov	104	45	49	8	18	23	5	0	172	37	93	17	174	49	86	21	68	18	33	3	29	12	12	0	112	28	58	11					
Dez	87	32	41	12	49	23	22	1	84	27	40	12	37	26	15	5	113	20	60	11	39	28	10	1	122	23	64	18					
Jan	20	16	4	0	3	5	0	0	72	28	32	9	27	12	8	1	63	28	28	7	95	28	39	4	79	22	39	12					
Fev	59	23	24	5	15	9	5	0	62	33	26	6	69	35	28	7	94	26	44	13	91	32	46	13	65	25	31	9					
Mar	43	35	16	0	32	22	9	0	108	49	53	12	22	23	7	0	25	31	10	0	42	27	18	1	51	30	23	4					
Abr	11	23	4	0	6	12	1	0	49	43	20	1	62	45	26	1	120	56	58	9	37	31	14	0	64	39	29	3					
Mai	27	33	7	0	17	15	5	0	0	25	0	0	31	36	13	0	42	43	13	1	4	23	0	0	34	40	14	1					
Jun	0	11	0	0	0	7	0	0	32	26	14	1	15	23	5	0	0	21	0	0	2	12	0	0	7	22	3	0					
Jul	0	2	0	0	4	2	1	0	4	8	0	0	0	4	0	0	0	3	0	0	1	2	0	0	2	4	1	0					
Ago	13	6	5	0	1	2	0	0	31	11	15	0	2	2	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	4	2	2	0					
Set	12	6	5	0	1	1	0	0	25	13	11	0	61	24	29	2	75	19	35	2	10	6	4	0	28	11	13	1					

Quadro 37 – Balanço hídrico sequencial diário da área do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30G/08H – Ponte Mesquita – dados mensais (unidades mm/mês)

A.H.	1979/80				1980/81				1981/82				1982/83				1983/84				1984/85				1985/86				1986/87							
Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec
Out	265	43	29	150	33	12	3	15	16	9	1	7	20	12	2	9	68	10	7	33	36	13	3	15	0	0	0	0	31	14	3	13				
Nov	5	14	0	1	94	28	10	46	2	2	0	0	146	23	17	85	302	39	34	188	131	32	13	63	97	23	10	47	66	20	7	33				
Dez	8	6	1	2	0	3	0	0	178	16	19	98	29	15	2	12	107	24	11	64	104	25	11	60	95	20	10	48	28	13	2	11				
Jan	30	12	2	12	0	2	0	0	96	30	10	56	3	8	0	1	15	17	1	6	223	26	25	140	53	25	5	24	146	19	15	81				
Fev	85	20	9	45	44	8	4	21	45	26	4	21	88	19	9	45	18	14	2	7	149	27	15	90	165	28	17	97	140	33	15	81				
Mar	62	39	6	29	29	19	2	11	44	20	4	22	15	21	1	6	75	37	7	34	19	39	1	5	38	37	4	17	20	31	2	9				
Abr	105	40	11	54	49	28	4	20	65	41	5	26	93	31	9	43	106	39	11	53	74	43	7	33	73	37	7	33	62	37	5	26				
Mai	76	44	8	37	21	20	2	9	0	20	0	0	16	33	1	6	39	51	3	14	16	32	1	7	37	28	4	17	0	17	0	0				
Jun	0	2	0	0	3	7	0	1	0	10	0	0	2	13	0	0	5	22	0	1	0	19	0	0	0	17	0	0	0	10	0	0				
Jul	0	3	0	0	0	1	0	0	21	6	2	10	0	3	0	0	0	6	0	0	0	4	0	0	0	3	0	0	5	5	0	2				
Ago	13	5	1	5	0	0	0	0	21	12	2	9	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	41	8	4	19				
Set	5	3	0	2	26	8	3	12	81	27	8	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	23	7	33	14	12	1	6				
A.H.	1987/88				1988/89				1989/90				1990/91				1991/92				1992/93				1993/94				1994/95							
Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec				
Out	130	36	13	61	61	16	6	29	161	43	17	81	112	34	11	51	90	28	9	43	42	16	4	18	143	40	14	69	35	17	3	13				
Nov	198	33	23	124	328	33	38	203	224	31	25	134	55	24	5	25	7	8	0	2	2	6	0	0	184	37	20	106	95	25	10	47				
Dez	313	24	36	211	7	19	1	3	473	30	56	352	91	26	9	44	80	18	8	41	174	18	19	99	2	12	0	0	53	20	5	24				
Jan	103	25	10	60	89	21	9	47	54	23	5	33	19	17	1	6	79	20	8	41	28	14	3	14	71	22	7	37	69	18	7	35				
Fev	65	35	6	31	70	29	7	34	9	19	1	4	137	32	14	74	15	16	1	6	42	26	4	19	99	28	10	50	74	26	8	42				
Mar	29	31	3	15	31	33	3	14	50	33	4	22	130	50	13	69	21	11	2	9	28	22	2	11	6	26	0	2	25	20	2	12				
Abr	19	32	1	7	101	48	10	50	105	53	10	50	92	46	9	45	32	25	3	13	54	24	5	22	23	21	2	9	24	14	2	10				
Mai	57	45	5	26	36	31	3	16	15	40	1	5	0	20	0	0	19	14	1	7	90	49	8	39	72	39	6	30	8	15	1	3				
Jun	70	41	7	31	0	18	0	0	0	19	0	0	20	18	2	9	13	14	1	5	0	17	0	0	0	14	0	0	1	6	0	0				
Jul	8	16	1	3	0	4	0	0	0	4	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	4	0	0	1	4	0	0	2	3	0	0				
Ago	0	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0			
Set	0	1	0	0	63	20	7	31	7	2	0	2	9	3	1	3	26	7	3	13	17	8	1	4	11	4	1	4	5	2	0	2				
A.H.	1995/96				1996/97				1997/98				1998/99				1999/2000				2000/01				2001/02				2002/03							
Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec				
Out	11	4	1	4	35	12	4	17	201	45	22	106	13	10	1	5	137	34	14	66	23	11	2	8	77	39	7	31	44	27	3	14				
Nov	202	30	21	108	23	12	2	7	320	43	36	199	19	8	2	9	54	17	6	27	93	25	9	43	34	16	3	15	128	26	13	62				
Dez	331	29	38	221	356	23	40	225	192	27	21	126	34	3	4	17	62	25	6	32	283	27	33	179	134	21	14	75	119	28	12	65				
Jan	314	27	35	242	154	26	17	104	89	25	9	53	74	22	8	37	71	22	7	35	159	27	17	98	75	24	8	40	79	26	8	44				
Fev	70	30	7	47	0	16	0	0	67	26	7	50	3	12	0	1	7	19	1	3	78	29	8	47	11	19	0	2	93	27	9	49				
Mar	173	46	19	111	0	17	0	0	12	21	1	4	96	34	9	46	43	23	3	17	154	47	16	91	113	45	11	54	49	41	4	19				
Abr	25	38	2	8	70	40	6	31	43	42	3	15	24	17	2	10	195	66	20	99	2	29	0	0	93	47	9	46	111	52	11	56				
Mai	94	70	9	42	64	43	6	28	54	45	5	22	28	25	2	10	100	59	10	48	32	42	3	13	7	22	0	1	11	29	1	4				
Jun	0	24	0	0	36	39	3	16	5	25	0	2	0	6	0	0	0	14	0	0	4	20	0	1	2	10	0	0	1	13	0	0				
Jul	0	6	0	0	4	9	0	1	0	5	0	0	18	6	2	8	0	3	0	0	0	4	0	0	0	2	0	0	0	3	0	0				
Ago	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	7	7	0	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0				
Set	24	11	2	9	23	9	2	9	51	17	5	21	48	15	5	23	6	2	0	2	82	20	8	39	97	35	9	42	0	1	0	0				
A.H.	2003/04				2004/05				2005/06				2006/07				2007/08				2008/09				Média											
Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec				
Out	219	50	23	109	105	24	10	49	133	31	13	61	176	36	18	92	46	20	4	21	57	31	5	22	84	24	8	40								
Nov	104	38	10	53	18	20	1	5	172	32	19	100	174	42	18	95	68	15	7	34	29	11	2	12	113	24	12	62								
Dez	87	28	9	47	49	19	5	22	84	25	8	45	37	24	3	18	113	18	12	65	39	23	2	11	122	20	13	74								
Jan	20	18	1	4	3	6	0	0	72	25	7	36	27	15	2	8	63	25	6	31	95	25	8	42	79	20	8	46								
Fev	59	24	5	26	15	9	1	5	62	32	6	28	69	33	6	30	94	26	9	48	91	30	10	53	65	24	7	35								
Mar	43	34	3	16	32	21	2	9	108	48	11	56	22	26	2	10	42	30	4	18	51	31	5	13	51	31	5	25								
Abr	11	21	1	4	6	12	0	1	49	42	4	20	62	40	5	26	120	50	12	60	37	28	3	14	64	36	6	29								
Mai	27	27	1	7	17	12	1	5	0	21	0	0	31	29	3	13	42	38	3	13	4	18	0	0	34	33	3	14								
Jun	0	8	0	0	0	5	0	0	32	22	3	14	15	18	1	5	0	16	0	0	2	9	0	0	7	17	1	3								
Jul	0	2	0	0	4	3	0	1	4	8	0	0	4	0	0	0	0	3	0	0	1	3	0	0	2	4	0	1								
Ago	13	6	1	5	1	2	0	0	31	11	3	14	2	3	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	4	2	0	2								
Set	12	6	1	5	1	1	0	0	25	11	2	10	61	20	6	29	75	17	7	35	10	5	1	4	28	10	3	13								

Quadro 38 – Balanço hídrico sequencial diário da área da sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 31H/01HA – Rotunda A2 – dados mensais (unidades mm/mês)

A.H.		1979/80				1980/81				1981/82				1982/83				1983/84				1984/85				1985/86				1986/87			
Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec					
Out	265	42	111	43	33	14	12	3	16	12	5	1	20	16	7	2	68	8	27	7	36	15	13	3	0	0	0	0	31	19	11	3	
Nov	5	24	1	0	94	29	37	11	2	2	0	0	146	27	63	20	302	42	131	67	131	30	50	15	97	24	38	11	66	21	26	7	
Dez	8	9	2	1	0	8	0	0	178	13	72	26	29	17	9	2	107	30	44	26	104	28	44	18	95	20	38	12	28	15	9	2	
Jan	30	13	9	3	0	4	0	0	96	30	40	22	3	12	1	0	15	23	5	1	223	26	97	58	53	24	18	7	146	17	59	23	
Fev	85	21	36	13	44	7	17	4	45	31	17	7	88	19	33	12	18	24	6	2	149	28	59	46	165	26	66	41	140	33	56	34	
Mar	62	41	24	8	29	19	9	3	44	39	17	5	15	32	5	1	75	41	27	10	19	65	4	1	38	54	14	6	20	48	7	2	
Abr	105	55	44	13	49	33	16	5	65	49	22	6	93	35	34	10	106	55	41	13	74	58	27	7	73	52	27	8	62	50	22	6	
Mai	76	58	30	8	21	29	8	2	0	32	0	0	16	47	4	1	39	64	11	3	16	42	6	1	37	40	14	4	0	27	0	0	
Jun	0	24	0	0	3	7	1	0	0	4	0	0	2	11	0	0	5	21	1	0	0	12	0	0	0	15	0	0	0	4	0	0	0
Jul	0	1	0	0	0	0	0	0	21	5	8	2	0	1	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	5	3	1	0	
Ago	13	5	4	1	0	0	0	0	21	14	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	7	16	4	
Set	5	4	1	0	26	9	10	2	81	31	31	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	26	27	7	14	17	4	1	
A.H.		1987/88				1988/89				1989/90				1990/91				1991/92				1992/93				1993/94				1994/95			
Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	
Out	130	36	50	14	61	17	24	6	161	44	67	18	112	32	42	12	90	30	35	10	42	18	15	4	143	42	56	16	35	19	10	3	
Nov	198	41	89	41	328	32	144	74	224	35	95	48	55	29	20	6	7	13	1	0	2	9	0	0	184	40	80	33	95	27	38	11	
Dez	313	27	137	96	7	27	3	1	473	33	213	171	91	24	33	12	80	17	32	10	174	17	73	26	2	19	0	0	53	20	19	5	
Jan	103	28	40	30	89	21	36	16	54	28	21	16	19	17	5	2	79	18	32	10	28	20	11	3	71	19	27	12	69	17	28	9	
Fev	65	39	24	16	70	31	27	15	9	36	3	2	137	29	55	29	15	20	5	1	42	27	15	7	99	26	39	20	74	26	32	14	
Mar	29	56	12	5	31	48	12	3	50	56	18	6	130	55	51	29	21	23	8	2	28	34	9	3	6	40	1	1	25	33	10	3	
Abr	19	51	5	1	101	65	41	14	105	70	41	13	92	62	36	11	32	34	11	3	54	34	18	5	23	35	7	2	24	26	9	2	
Mai	57	42	21	6	36	43	13	3	15	46	4	1	0	39	0	0	19	16	5	1	90	54	31	9	72	42	24	7	8	20	3	1	
Jun	70	29	25	7	0	16	0	0	0	8	0	0	20	16	7	2	13	13	4	1	0	21	0	0	0	16	0	0	1	4	0	0	
Jul	8	12	3	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	2	0	0	2	2	0	0	
Ago	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Set	0	0	0	0	63	25	26	7	7	1	2	0	9	3	2	1	26	7	11	3	17	8	3	1	11	4	3	1	5	3	1	0	
A.H.		1995/96				1996/97				1997/98				1998/99				1999/2000				2000/01				2001/02				2002/03			
Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	
Out	11	4	3	1	35	16	14	4	201	48	85	25	13	15	4	1	137	32	54	16	23	12	6	2	77	47	26	7	44	32	11	3	
Nov	202	28	83	28	23	12	6	1	320	46	137	85	19	9	8	2	54	23	22	6	93	24	35	10	34	20	12	3	128	24	48	15	
Dez	331	32	146	98	356	23	154	81	192	31	82	62	34	3	14	4	62	24	24	9	283	28	125	66	134	20	56	19	119	27	46	23	
Jan	314	29	132	129	154	29	66	52	89	28	37	25	74	17	29	10	71	19	27	14	159	28	63	50	75	23	30	15	79	25	30	20	
Fev	70	38	29	25	0	34	0	0	67	36	28	25	3	17	1	0	7	23	2	1	78	37	33	22	11	24	2	1	93	30	36	20	
Mar	173	64	74	49	0	41	0	0	12	48	3	1	96	35	36	12	43	31	14	4	154	62	63	40	113	45	42	19	49	49	16	5	
Abr	25	79	7	2	70	48	25	7	43	56	13	3	24	32	8	2	195	68	78	30	2	62	0	0	93	62	36	16	111	65	44	15	
Mai	94	77	34	10	64	42	23	6	54	42	18	5	28	32	8	2	100	79	39	14	32	39	10	3	7	35	1	0	11	49	3	1	
Jun	0	16	0	0	36	34	13	3	5	18	1	0	0	5	0	0	0	20	0	0	4	9	1	0	2	7	0	0	1	10	0	0	
Jul	0	1	0	0	4	5	1	0	0	1	0	0	18	7	7	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
Ago	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	
Set	24	12	7	2	23	9	7	2	51	18	18	4	48	17	19	5	6	1	2	0	82	19	33	9	97	37	35	9	0	1	0	0	
A.H.		2003/04				2004/05				2005/06				2006/07				2007/08				2008/09				Média							
Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	
Out	219	51	88	26	105	22	40	11	133	30	49	14	176	34	71	23	46	25	17	5	57	38	18	5	84	26	32	10					
Nov	104	38	41	18	18	25	4	1	172	35	73	30	174	43	70	37	68	15	27	8	29	14	10	2	112	26	46	20					
Dez	87	28	33	21	49	19	18	5	84	27	33	18	37	27	12	9	113	19	47	16	39	20	8	3	122	22	51	28					
Jan	20	19	3	2	3	10	0	0	72	24	26	16	27	18	7	3	63	24	22	13	95	20	31	12	79	21	31	19					
Fev	59	24	20	10	15	11	4	1	62	31	22	12	69	30	23	12	94	28	35	20	91	33	35	21	65	27	25	14					
Mar	43	41	14	4	32	21	7	2	108	53	43	21	22	40	6	2	25	44	8	2	42	43	15	6	51	43	19	8					
Abr	11	41	3	1	6	21	0	0	49	62	17	5	62	53	22	6	120	61	47	16	37	43	11	3	64	51	24	8					
Mai	27	31	6	1	17	13	4	1	0	33	0	0	31	38	11	3	42	52	10	3	4	24	0	0	34	41	11	3					
Jun	0	6	0	0	0	5	0	0	32	15	12	3	15	14	4	1	0	17	0	0	2	6	0	0	7	13	2	1					
Jul	0	1	0	0	4	2	0	0	4	6	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	2	2	1	0					
Ago	13	8	4	1	1	2	0	0	31	14	12	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	2	0					
Set	12	7	4	1	1	0	0	0	25	12	9	2	61	23	24	6	75	15	29	8	10	5	3	1	28	10	10	3					

Quadro 39 – Balanço hídrico sequencial diário da área de drenagem exterior do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 31H/01HA – Rotunda A2 – dados mensais (unidades mm/mês)

A.H.	1979/80				1980/81				1981/82				1982/83				1983/84				1984/85				1985/86				1986/87				
Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	
Out	265	43	114	38	33	14	13	3	16	12	6	1	20	16	7	2	68	8	27	6	36	15	13	3	0	0	0	0	31	19	11	2	
Nov	5	25	1	0	94	30	38	10	2	2	0	0	146	27	65	18	302	42	135	62	131	30	51	13	97	24	39	9	66	21	27	6	
Dez	8	9	2	0	0	8	0	0	178	13	74	23	29	17	10	2	107	31	46	24	104	29	46	16	95	20	39	10	28	15	9	2	
Jan	30	13	9	2	0	4	0	0	96	30	41	20	3	13	1	0	15	23	5	1	223	26	100	55	53	24	18	7	146	17	61	20	
Fev	85	21	37	11	44	7	17	4	45	31	17	6	88	19	34	11	18	24	6	2	149	28	61	44	165	26	68	39	140	33	58	32	
Mar	62	42	24	7	29	19	9	2	44	39	18	4	15	33	5	1	75	41	27	9	19	65	4	1	38	54	14	6	20	48	7	2	
Abr	105	55	45	11	49	33	17	4	65	50	22	5	93	35	35	9	106	56	43	12	74	58	27	6	73	53	28	7	62	51	22	5	
Mai	76	59	31	7	21	29	8	2	0	32	0	0	16	48	4	1	39	65	12	3	16	42	6	1	37	40	15	3	0	27	0	0	
Jun	0	24	0	0	3	7	1	0	0	4	0	0	2	11	0	0	5	21	1	0	0	12	0	0	0	15	0	0	0	4	0	0	
Jul	0	1	0	0	0	0	0	0	21	5	9	2	0	1	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	5	3	1	0	
Ago	13	5	4	1	0	0	0	0	21	14	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	7	17	4
Set	5	4	1	0	26	9	10	2	81	31	32	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	26	28	6	14	17	5	1	
A.H.	1987/88				1988/89				1989/90				1990/91				1991/92				1992/93				1993/94				1994/95				
Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	
Out	130	36	52	12	61	18	25	5	161	44	69	16	112	33	43	10	90	30	37	8	42	18	16	3	143	42	58	14	35	19	11	2	
Nov	198	41	92	37	328	33	149	69	224	35	98	45	55	30	21	5	7	13	2	0	2	9	0	0	184	40	83	30	95	27	39	10	
Dez	313	27	141	91	7	28	3	1	473	34	220	163	91	24	34	11	80	17	33	8	174	17	75	23	2	19	0	0	53	20	20	5	
Jan	103	28	42	28	89	21	37	15	54	29	21	16	19	17	5	2	79	18	33	9	28	20	12	3	71	19	28	11	69	17	29	8	
Fev	65	39	25	15	70	31	28	14	9	36	3	2	137	29	57	27	15	20	5	1	42	27	15	7	99	26	41	19	74	26	33	13	
Mar	29	57	12	5	31	48	12	3	50	57	18	6	130	56	53	27	21	23	8	2	28	35	9	3	6	40	1	1	25	34	10	2	
Abr	19	52	6	1	101	65	42	13	105	70	42	12	92	62	37	9	32	34	11	3	54	34	19	4	23	36	7	1	24	26	9	2	
Mai	57	42	22	5	36	44	13	3	15	47	4	1	0	40	0	0	19	16	6	1	90	55	32	8	72	42	25	6	8	21	3	1	
Jun	70	29	26	6	0	16	0	0	0	8	0	0	20	16	7	2	13	13	4	1	0	22	0	0	0	16	0	0	1	4	0	0	
Jul	8	12	3	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	2	0	0	2	2	0	0	
Ago	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Set	0	0	0	0	63	26	27	6	7	1	2	0	9	3	2	0	26	7	11	2	17	8	4	1	11	4	3	1	5	3	1	0	
A.H.	1995/96				1996/97				1997/98				1998/99				1999/2000				2000/01				2001/02				2002/03				
Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	
Out	11	4	3	1	35	16	14	3	201	48	88	22	13	15	5	1	137	32	55	14	23	12	7	1	77	47	27	6	44	33	12	2	
Nov	202	28	86	24	23	12	6	1	320	47	142	79	19	9	8	2	54	23	22	5	93	24	37	8	34	21	12	3	128	24	50	13	
Dez	331	32	151	92	356	23	159	74	192	31	85	59	34	3	14	3	62	24	24	8	283	28	129	61	134	20	57	17	119	28	48	21	
Jan	314	29	137	124	154	29	68	50	89	28	39	24	74	17	30	8	71	19	28	13	159	29	65	48	75	23	30	14	79	25	31	19	
Fev	70	38	30	24	0	34	0	0	67	36	29	24	3	17	1	0	7	23	2	1	78	37	34	21	11	24	2	1	93	30	37	19	
Mar	173	65	76	46	0	42	0	0	12	49	3	1	96	35	37	10	43	31	14	3	154	63	65	37	113	45	44	17	49	49	16	5	
Abr	25	81	7	2	70	48	26	6	43	57	13	3	24	32	8	2	195	68	81	27	2	63	0	0	93	63	37	15	111	65	46	13	
Mai	94	77	35	8	64	43	24	5	54	42	19	4	28	32	8	2	100	80	40	12	32	39	10	2	7	35	1	0	11	49	3	1	
Jun	0	16	0	0	36	35	13	3	5	18	1	0	0	5	0	0	0	21	0	0	0	4	9	1	0	2	7	0	0	1	10	0	0
Jul	0	1	0	0	4	5	1	0	0	1	0	0	18	7	7	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Ago	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Set	24	12	7	1	23	9	7	2	51	18	18	4	48	18	20	4	6	1	2	0	82	19	34	7	97	37	36	8	0	1	0	0	
A.H.	2003/04				2004/05				2005/06				2006/07				2007/08				2008/09				Média								
Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	
Out	219	51	91	22	105	22	42	10	133	31	51	12	176	34	74	20	46	25	18	4	57	38	19	4	84	26	34	8					
Nov	104	39	42	16	18	25	4	1	172	35	75	27	174	43	72	35	68	15	28	7	29	15	10	2	112	26	48	18					
Dez	87	28	34	19	49	19	18	4	84	27	34	17	37	27	13	8	113	19	49	14	39	20	9	2	122	22	53	26					
Jan	20	19	4	2	3	10	0	0	72	24	27	15	27	18	7	2	63	24	23	12	95	20	32	11	79	21	32	18					
Fev	59	24	20	9	15	11	4	1	62	31	23	11	69	30	23	12	94	28	36	18	91	33	36	20	65	27	26	14					
Mar	43	41	14	4	32	21	8	2	108	53	45	20	22	40	6	1	25	44	9	2	42	44	15	5	51	44	20	8					
Abr	11	42	3	1	6	21	1	0	49	62	18	4	62	54	22	5	120	61	49	14	37	43	12	3	64	51	25	7					
Mai	27	31	6	1	17	13	4	1	0	33	0	0	31	38	11	2	42	53	11	2	4	25	0	0	34	41	12	3					
Jun	0	6	0	0	0	5	0	0	32	15	12	2	15	14	4	1	0	17	0	0	2	6	0	0	7	13	2	0					
Jul	0	0	0	0	4	2	0	0	4	6	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	2	2	1	0					
Ago	13	8	4	1	1	2	0	0	31	14	13	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	2	0					
Set	12	7	4	1	1	0	0	0	25	12	9	2	61	23	24	5	75	16	30	7	10	5	3	1	28	11	11	2					

Quadro 40 – Balanço hídrico sequencial diário da área do sistema aquífero Querença-Silves
pertencente à sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 31H/01HA – Rotunda A2 – dados
mensais (unidades mm/mês)

A.H.	1979/80				1980/81				1981/82				1982/83				1983/84				1984/85				1985/86				1986/87			
	Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed
Out	265	37	0	187	33	10	0	19	16	8	0	8	20	13	0	11	68	7	0	41	36	11	0	19	0	0	0	0	31	14	0	17
Nov	5	19	0	1	94	24	0	58	2	2	0	0	146	22	0	105	302	33	0	230	131	26	0	79	97	18	0	59	66	17	0	41
Dez	8	7	0	3	0	5	0	0	178	12	0	124	29	15	0	15	107	24	0	75	104	23	0	75	95	17	0	59	28	12	0	15
Jan	30	12	0	14	0	4	0	0	96	29	0	68	3	10	0	1	15	21	0	8	223	25	0	168	53	24	0	30	146	18	0	98
Fev	85	19	0	54	44	7	0	26	45	27	0	26	88	18	0	54	18	18	0	9	149	25	0	107	165	26	0	117	140	31	0	98
Mar	62	37	0	36	29	17	0	14	44	23	0	27	15	23	0	8	75	37	0	41	19	43	0	6	38	41	0	22	20	36	0	11
Abr	105	38	0	67	49	26	0	25	65	39	0	33	93	28	0	53	106	38	0	64	74	45	0	41	73	38	0	41	62	37	0	33
Mai	76	39	0	46	21	19	0	12	0	17	0	0	16	29	0	7	39	44	0	18	16	30	0	8	37	25	0	21	0	15	0	0
Jun	0	15	0	0	3	7	0	1	0	5	0	0	2	9	0	0	5	16	0	1	0	12	0	0	0	13	0	0	0	6	0	0
Jul	0	4	0	0	0	2	0	0	21	5	0	13	0	3	0	0	6	0	0	0	4	0	0	0	4	0	0	5	4	0	2	
Ago	13	5	0	6	0	0	0	0	21	10	0	12	0	1	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	41	7	0	25
Set	5	3	0	2	26	6	0	15	81	23	0	48	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	70	19	0	42	14	11	0	7
A.H.	1987/88				1988/89				1989/90				1990/91				1991/92				1992/93				1993/94				1994/95			
Out	130	29	0	77	61	13	0	37	161	35	0	101	112	27	0	64	90	22	0	55	42	13	0	23	143	35	0	87	35	14	0	16
Nov	198	33	0	153	328	28	0	248	224	28	0	163	55	22	0	31	7	8	0	3	2	6	0	0	184	33	0	131	95	22	0	59
Dez	313	21	0	248	7	21	0	4	473	26	0	418	91	22	0	54	80	15	0	51	174	15	0	124	2	15	0	0	53	18	0	30
Jan	103	25	0	73	89	22	0	57	54	23	0	39	19	19	0	8	79	19	0	51	28	16	0	17	71	21	0	44	69	17	0	43
Fev	65	34	0	38	70	30	0	41	9	22	0	5	137	31	0	89	15	18	0	8	42	25	0	23	99	28	0	60	74	26	0	50
Mar	29	36	0	19	31	35	0	18	50	35	0	28	130	50	0	84	21	14	0	12	28	24	0	14	6	29	0	2	25	23	0	15
Abr	19	37	0	8	101	46	0	61	105	53	0	63	92	47	0	55	32	24	0	17	54	24	0	28	23	21	0	11	24	16	0	13
Mai	57	38	0	33	36	27	0	20	15	33	0	7	0	21	0	0	19	13	0	8	90	43	0	48	72	35	0	37	8	14	0	4
Jun	70	32	0	39	0	11	0	0	0	11	0	0	20	15	0	11	13	12	0	7	0	14	0	0	0	11	0	0	1	5	0	0
Jul	8	15	0	4	0	4	0	0	0	4	0	0	0	4	0	0	0	3	0	0	5	0	0	0	1	4	0	0	2	3	0	0
Ago	0	3	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
Set	0	1	0	0	63	19	0	39	7	2	0	3	9	2	0	3	26	5	0	16	17	7	0	6	11	3	0	5	5	2	0	2
A.H.	1995/96				1996/97				1997/98				1998/99				1999/2000				2000/01				2001/02				2002/03			
Out	11	3	0	5	35	11	0	21	201	38	0	133	13	10	0	7	137	27	0	83	23	9	0	10	77	34	0	40	44	25	0	17
Nov	202	23	0	136	23	10	0	9	320	37	0	241	19	7	0	12	54	18	0	34	93	19	0	54	34	16	0	18	128	22	0	78
Dez	331	25	0	264	356	20	0	273	192	24	0	150	34	3	0	21	62	22	0	38	283	23	0	219	134	18	0	92	119	24	0	80
Jan	314	26	0	283	154	25	0	121	89	24	0	64	74	18	0	46	71	22	0	42	159	26	0	115	75	24	0	50	79	25	0	53
Fev	70	31	0	56	0	21	0	0	67	28	0	60	3	13	0	1	7	21	0	3	78	30	0	56	11	22	0	3	93	29	0	59
Mar	173	47	0	129	0	23	0	0	12	26	0	5	96	32	0	56	43	24	0	21	154	48	0	109	113	43	0	66	49	44	0	25
Abr	25	41	0	11	70	40	0	39	43	44	0	20	24	19	0	12	195	62	0	121	2	34	0	0	93	47	0	56	111	53	0	68
Mai	94	62	0	53	64	36	0	35	54	38	0	28	28	23	0	13	100	57	0	59	32	38	0	16	7	21	0	1	11	27	0	5
Jun	0	19	0	0	36	28	0	20	5	17	0	2	0	6	0	0	0	15	0	0	4	14	0	1	2	8	0	0	1	10	0	0
Jul	0	7	0	0	4	9	0	2	0	5	0	0	18	6	0	10	0	5	0	0	5	0	0	0	3	0	0	0	4	0	0	
Ago	0	2	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	7	7	0	3	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	2	0	0
Set	24	9	0	11	23	8	0	11	51	14	0	27	48	13	0	29	6	2	0	3	82	15	0	50	97	29	0	53	0	1	0	0
A.H.	2003/04				2004/05				2005/06				2006/07				2007/08				2008/09				Média							
Out	219	41	0	137	105	19	0	62	133	24	0	77	176	29	0	115	46	19	0	26	57	27	0	29	84	20	0	51				
Nov	104	33	0	65	18	19	0	6	172	28	0	124	174	36	0	117	68	13	0	42	29	11	0	15	112	21	0	77				
Dez	87	25	0	58	49	17	0	28	84	24	0	55	37	23	0	22	113	16	0	79	39	20	0	14	122	18	0	90				
Jan	20	21	0	6	3	8	0	0	72	25	0	43	27	18	0	10	63	24	0	37	95	23	0	52	79	20	0	55				
Fev	59	25	0	31	15	10	0	6	62	32	0	34	69	32	0	36	94	28	0	57	91	31	0	65	65	25	0	42				
Mar	43	35	0	21	32	20	0	11	108	48	0	68	22	29	0	9	25	35	0	13	42	33	0	23	51	33	0	30				
Abr	11	24	0	5	6	14	0	1	49	44	0	26	62	39	0	33	120	48	0	73	37	29	0	18	64	36	0	37				
Mai	27	24	0	9	17	12	0	6	0	18	0	0	31	25	0	16	42	35	0	16	4	16	0	0	34	29	0	18				
Jun	0	7	0	0	0	5	0	0	32	18	0	18	15	15	0	7	0	14	0	0	2	7	0	0	7							

Quadro 41 – Balanço hídrico sequencial diário da área da sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30H/02HA – Purgatório – dados mensais (unidades mm/mês)

A.H.	1979/80				1980/81				1981/82				1982/83				1983/84				1984/85				1985/86				1986/87							
Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec
Out	265	43	98	84	33	12	11	7	16	10	5	3	20	13	7	4	68	8	24	16	36	13	11	7	0	0	0	0	31	15	10	7				
Nov	5	17	1	0	94	26	34	25	2	2	0	0	146	24	56	46	302	41	116	109	131	29	45	35	97	22	34	24	66	19	24	17				
Dez	8	6	2	1	0	5	0	0	178	14	64	55	29	14	9	6	107	27	39	37	104	25	39	34	95	19	34	27	28	13	9	6				
Jan	30	10	8	6	0	2	0	0	96	29	35	33	3	8	1	0	15	18	5	3	223	24	86	82	53	23	16	15	146	17	53	46				
Fev	85	17	32	24	44	6	15	10	45	26	15	11	88	17	30	26	18	15	5	4	149	27	53	57	165	26	59	58	140	31	50	49				
Mar	62	36	21	16	29	17	9	6	44	23	16	11	15	22	5	3	75	32	24	19	19	46	4	3	38	40	13	10	20	33	7	4				
Abr	105	39	39	28	49	27	15	10	65	39	20	14	93	28	31	23	106	39	37	28	74	40	24	17	73	37	24	17	62	36	20	14				
Mai	76	43	27	19	21	21	7	5	0	19	0	0	16	33	4	3	39	49	11	7	16	28	5	3	37	26	13	8	0	16	0	0				
Jun	0	17	0	0	3	6	1	0	0	5	0	0	2	9	0	0	5	17	1	1	0	12	0	0	0	13	0	0	0	6	0	0				
Jul	0	2	0	0	0	1	0	0	21	4	8	5	0	1	0	0	0	3	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	5	4	1	1				
Ago	13	5	4	2	0	0	0	0	21	12	7	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	7	15	9				
Set	5	3	1	1	26	8	9	6	81	26	28	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	22	24	16	14	13	4	3				
A.H.	1987/88				1988/89				1989/90				1990/91				1991/92				1992/93				1993/94				1994/95							
Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec
Out	130	33	45	31	61	15	21	14	161	39	59	42	112	30	38	27	90	26	32	22	42	15	14	9	143	38	50	37	35	16	10	6				
Nov	198	37	78	71	328	33	127	118	224	32	84	77	55	25	18	13	7	9	2	1	2	7	0	0	184	36	71	59	95	24	34	25				
Dez	313	25	121	127	7	22	2	2	473	31	188	211	91	23	30	25	80	16	29	22	174	16	65	55	2	14	0	0	53	19	18	13				
Jan	103	26	36	37	89	18	32	26	54	25	19	20	19	16	5	4	79	18	29	23	28	16	10	7	71	18	25	21	69	16	25	19				
Fev	65	35	22	20	70	27	24	20	9	27	3	3	137	28	49	43	15	16	5	3	42	25	13	11	99	25	35	28	74	24	28	23				
Mar	29	37	11	8	31	34	11	7	50	40	16	12	130	48	46	40	21	13	7	4	28	24	8	6	6	28	1	1	25	22	9	6				
Abr	19	30	5	3	101	48	36	26	105	51	37	26	92	46	32	23	32	24	10	7	54	22	17	11	23	21	6	4	24	14	8	5				
Mai	57	37	19	13	36	29	12	8	15	34	4	3	0	21	0	0	19	12	5	3	90	46	29	20	72	36	22	15	8	15	2	2				
Jun	70	31	23	15	0	13	0	0	0	10	0	0	20	14	7	4	13	12	4	3	0	15	0	0	0	12	0	0	1	4	0	0				
Jul	8	12	3	2	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	1	2	0	0	2	3	0	0				
Ago	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Set	0	0	0	0	63	21	23	15	7	1	2	1	9	3	2	1	26	6	9	6	17	7	3	2	11	4	3	2	5	2	1	1				
A.H.	1995/96				1996/97				1997/98				1998/99				1999/2000				2000/01				2001/02				2002/03							
Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec
Out	11	4	3	2	35	13	12	8	201	43	75	57	13	11	4	3	137	30	48	36	23	11	6	4	77	39	24	17	44	27	11	8				
Nov	202	27	74	60	23	11	5	4	320	45	122	118	19	7	7	4	54	18	19	14	93	22	32	22	34	16	11	8	128	23	44	35				
Dez	331	30	129	134	356	23	136	131	192	28	73	77	34	2	12	8	62	22	21	18	283	27	111	103	134	19	50	42	119	26	41	38				
Jan	314	27	118	149	154	27	59	65	89	26	33	32	74	18	26	21	71	19	24	20	159	27	57	62	75	22	26	23	79	24	27	27				
Fev	70	33	26	29	0	24	0	0	67	29	25	30	3	13	1	0	7	19	2	2	78	32	29	29	11	19	2	2	93	26	32	29				
Mar	173	54	65	65	0	22	0	0	12	26	3	2	96	32	33	24	43	22	13	9	154	51	56	54	113	41	38	30	49	39	15	11				
Abr	25	50	6	4	70	36	23	16	43	39	12	8	24	19	7	5	195	61	70	54	2	33	0	0	93	47	32	26	111	51	39	30				
Mai	94	63	31	22	64	37	21	14	54	37	17	11	28	25	8	5	100	59	35	25	32	32	9	6	7	21	1	1	11	29	3	2				
Jun	0	15	0	0	36	32	12	8	5	18	1	1	0	4	0	0	0	11	0	0	4	11	1	1	2	7	0	0	1	9	0	0				
Jul	0	2	0	0	4	6	1	1	0	2	0	0	18	5	6	4	0	2	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0				
Ago	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0				
Set	24	10	6	4	23	8	7	4	51	16	16	10	48	15	17	11	6	1	2	1	82	17	29	20	97	33	32	22	0	1	0	0				
A.H.	2003/04				2004/05				2005/06				2006/07				2007/08				2008/09				Média											
Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec
Out	219	46	79	58	105	21	36	25	133	28	45	32	176	33	64	50	46	20	15	11	57	31	17	12	84	23	29	21								
Nov	104	35	36	30	18	21	4	3	172	32	65	56	174	40	62	56	68	14	24	18	29	11	9	6	113	23	41	35								
Dez	87	26	29	29	49	18	16	12	84	25	30	27	37	24	11	12	113	18	42	36	39	20	8	7	122	20	45	43								
Jan	20	17	3	3	3	7	0	0	72	23	24	22	27	14	6	5	63	23	20	19	95	21	29	26	79	19	28	27								
Fev	59	21	18	15	15	8	4	2	62	28	20	17	69	28	21	18	94	25	32	29	91	30	32	32	65	24	23	21								
Mar	43	33	12	9	32	19	7	5	108	45	39	31	22	27	6	4	25	33	8	5	42	31	13	10	51	32	17	14								
Abr	11	23	3	2	6	14	1	0	49	42	15	11	62	39	20	14	120	48	43	32	37	28	11	7	64	36	21	16								
Mai	27	24	5	3	17	11	4	2	0	19	0	0	31	27	10	6	42	36	10	6	4	17	0	0	34	30	10	7								
Jun	0	5	0	0	0	4	0	0	32	17	11	7	15	14	4	3	0	14	0	0	2	6	0	0	7	12	2	1								
Jul	0	1	0	0	4	2	0	0	4	6	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	1	2	0	0	2	3	1	0								
Ago	13	7	4	2	1	2	0	0	31	12	11	7	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	2	1	1								
Set	12	6	4	2	1	1	0	0	25	10	8	5	61	20	21	14	75	15	26	17	10	5	3	2	28	9	9	6								

Quadro 42 – Balanço hídrico sequencial diário da área de drenagem exterior do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30H/02HA – Purgatório – dados mensais (unidades mm/mês)

A.H.	1979/80				1980/81				1981/82				1982/83				1983/84				1984/85				1985/86				1986/87							
	Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec			
Out	265	43	155	27	33	11	18	1	16	10	8	0	20	15	10	0	68	6	38	3	36	12	18	1	0	0	0	0	31	15	16	1				
Nov	5	21	1	0	94	24	53	7	2	2	0	0	146	24	89	13	302	43	182	40	131	26	71	11	97	18	54	5	66	16	37	5				
Dez	8	7	3	0	0	7	0	0	178	11	101	17	29	14	14	2	107	31	62	14	104	26	62	11	95	16	54	9	28	12	14	2				
Jan	30	9	14	2	0	3	0	0	96	31	56	13	3	9	1	0	15	21	8	1	223	25	136	31	53	22	26	6	146	16	84	16				
Fev	85	15	50	8	44	5	24	1	45	26	24	4	88	15	48	9	18	18	9	1	149	30	83	26	165	25	94	24	140	32	80	20				
Mar	62	32	34	5	29	15	14	2	44	27	25	2	15	24	8	0	75	29	39	7	19	54	6	1	38	45	20	4	20	38	10	1				
Abr	105	38	62	7	49	25	25	3	65	35	32	5	93	25	50	7	106	37	59	8	74	38	39	5	73	36	39	4	62	35	32	4				
Mai	76	40	43	4	21	22	11	1	0	20	0	0	16	33	7	1	39	45	17	1	16	26	8	0	37	24	20	1	0	16	0	0				
Jun	0	15	0	0	3	5	1	0	0	2	0	0	2	7	0	0	5	13	1	0	0	8	0	0	0	11	0	0	0	2	0	0				
Jul	0	1	0	0	0	0	0	0	21	3	12	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	5	3	2	0				
Ago	13	4	6	0	0	0	0	0	21	12	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	5	23	1				
Set	5	3	2	0	26	7	14	1	81	23	45	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	20	39	3	14	14	7	0				
A.H.	1987/88				1988/89				1989/90				1990/91				1991/92				1992/93				1993/94				1994/95							
Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec
Out	130	29	72	7	61	13	34	2	161	34	94	11	112	25	61	7	90	23	51	4	42	14	22	1	143	35	80	10	35	15	15	1				
Nov	198	41	124	24	328	35	200	43	224	32	133	28	55	23	29	4	7	10	3	0	2	7	0	0	184	36	112	20	95	22	54	7				
Dez	313	27	190	52	7	27	4	1	473	34	296	88	91	21	48	9	80	14	46	7	174	15	102	17	2	15	0	0	53	16	28	4				
Jan	103	29	57	16	89	18	51	9	54	29	30	9	19	15	8	2	79	16	46	7	28	18	16	2	71	16	39	8	69	14	39	6				
Fev	65	38	35	9	70	25	38	8	9	36	5	1	137	26	78	17	15	17	7	1	42	23	21	5	99	22	56	11	74	22	45	8				
Mar	29	44	17	3	31	34	17	1	50	48	26	4	130	48	73	16	21	16	11	0	28	25	13	2	6	29	2	1	25	24	14	1				
Abr	19	30	8	0	101	45	58	7	105	50	59	8	92	45	52	6	32	24	16	2	54	21	27	2	23	21	10	0	24	15	12	1				
Mai	57	30	30	2	36	27	19	1	15	29	6	0	0	22	0	0	19	11	8	0	90	42	46	5	72	33	36	3	8	15	4	0				
Jun	70	24	37	3	0	10	0	0	0	4	0	0	20	11	10	0	13	12	6	0	0	15	0	0	0	11	0	0	1	2	0	0				
Jul	8	11	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	2	2	0	0				
Ago	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Set	0	0	0	0	63	21	36	2	7	1	2	0	9	2	3	0	26	5	15	1	17	6	6	0	11	3	5	0	5	2	2	0				
A.H.	1995/96				1996/97				1997/98				1998/99				1999/2000				2000/01				2001/02				2002/03							
Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec
Out	11	3	4	0	35	12	20	1	201	39	120	16	13	13	7	1	137	27	77	11	23	10	10	0	77	36	38	6	44	25	17	3				
Nov	202	23	117	18	23	10	9	1	320	48	192	47	19	7	11	0	54	18	31	4	93	18	51	6	34	16	17	2	128	20	69	12				
Dez	331	32	203	54	356	23	215	48	192	31	115	33	34	3	20	1	62	20	34	6	283	27	174	38	134	18	79	14	119	26	65	15				
Jan	314	29	186	67	154	29	93	29	89	28	52	13	74	14	41	7	71	17	39	8	159	29	90	28	75	21	42	9	79	24	42	12				
Fev	70	38	41	13	0	34	0	0	67	34	40	13	3	14	1	0	7	19	3	1	78	37	46	11	11	20	3	1	93	27	51	12				
Mar	173	64	104	26	0	30	0	0	12	33	5	0	96	29	52	8	43	22	21	2	154	57	89	21	113	37	61	11	49	39	23	4				
Abr	25	65	10	1	70	32	36	3	43	36	19	2	24	21	12	1	195	55	112	18	2	39	0	0	93	46	51	10	111	48	63	9				
Mai	94	56	50	6	64	31	33	2	54	30	27	1	28	25	13	1	100	57	56	7	32	25	15	1	7	20	1	0	11	29	5	0				
Jun	0	9	0	0	36	27	19	2	5	14	2	0	0	3	0	0	0	10	0	0	4	6	1	0	2	4	0	0	1	6	0	0				
Jul	0	1	0	0	4	4	2	0	0	1	0	0	18	5	10	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0			
Ago	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0			
Set	24	9	10	0	23	7	11	0	51	13	26	1	48	13	27	1	6	1	3	0	82	14	47	3	97	28	50	5	0	1	0	0				
A.H.	2003/04				2004/05				2005/06				2006/07				2007/08				2008/09				Média											
Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec
Out	219	41	126	16	105	17	57	6	133	24	72	8	176	30	101	15	46	20	25	3	57	29	28	4	84	21	46	5								
Nov	104	33	58	11	18	20	6	1	172	32	102	19	174	40	98	22	68	12	38	5	29	12	14	2	113	23	65	12								
Dez	87	26	46	12	49	15	26	4	84	25	47	11	37	24	18	5	113	17	67	12	39	16	13	5	122	20	72	16								
Jan	20	17	6	2	3	8	0	0	72	22	38	10	27	14	10	3	63	22	32	9	95	18	45	12	79	19	44	11								
Fev	59	20	29	7	15	8	6	1	62	27	31	7	69	25	33	9	94	24	51	12	91	32	50	13	65	24	36	8								
Mar	43	31	20	3	32	17	12	2	108	43	62	11	22	28	9	1	25	34	12	1	42	34	22	4	51	34	27	5								
Abr	11	25	5	1	6	16	1	0	49	42	25	3	62	36	32	4	120	45	68	10	37	27	17	1	64	35	34	4								
Mai	27	22	9	0	17	11	6	0	18	0	0	0	31	25	15	1	42	35	15	1	4	16	0	0	34	28	17	1								
Jun	0	4	0	0	0	4	0	0	32	13	17	1	15	12	6	0	0	13	0	0	2	4	0	0	7	9	3	0								
Jul	0	0	0	0	4	2	1	0	4	5	1	0	0	2	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	2	2	1	0								
Ago	13	7	6	0	1	2	0	0	31	12	17	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	2	0							
Set	12	6	6	0	1	0	0	0	25	9	12	1	61	18	34	2	75	12	41	3	10	4	5	0	28	8	15	1								

Quadro 43 – Balanço hídrico sequencial diário da área do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30H/02HA – Purgatório – dados mensais (unidades mm/mês)

A.H.	1979/80				1980/81				1981/82				1982/83				1983/84				1984/85				1985/86				1986/87				
Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	
Out	265	42	52	130	33	13	6	12	16	9	3	6	20	12	3	7	68	10	12	27	36	14	6	13	0	0	0	0	31	15	5	11	
Nov	5	14	0	1	94	28	18	39	2	2	0	0	146	23	30	73	302	39	62	165	131	32	24	54	97	24	18	39	66	21	12	27	
Dez	8	5	1	2	0	3	0	0	178	15	34	86	29	15	4	10	107	24	21	56	104	25	21	52	95	21	18	41	28	13	4	10	
Jan	30	12	4	10	0	2	0	0	96	28	19	50	3	7	0	1	15	17	2	5	223	24	46	123	53	24	9	21	146	18	28	70	
Fev	85	19	16	38	44	7	8	17	45	25	8	17	88	18	16	39	18	12	3	6	149	25	28	83	165	26	32	86	140	30	27	72	
Mar	62	39	11	25	29	19	4	9	44	20	8	18	15	21	2	5	75	35	12	28	19	39	2	4	38	36	6	15	20	30	3	7	
Abr	105	41	20	45	49	28	8	17	65	42	10	22	93	30	16	36	106	40	19	44	74	42	12	27	73	38	12	27	62	37	10	22	
Mai	76	45	14	30	21	20	4	8	0	19	0	0	16	34	2	5	39	52	5	12	16	31	3	6	37	27	7	14	0	16	0	0	
Jun	0	19	0	0	3	6	0	1	0	8	0	0	2	11	0	0	5	20	0	1	0	16	0	0	0	15	0	0	0	8	0	0	
Jul	0	2	0	0	0	1	0	0	21	5	4	8	0	2	0	0	0	4	0	0	0	3	0	0	0	2	0	0	5	4	1	2	
Ago	13	5	2	4	0	0	0	0	21	12	4	8	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	8	8	16	
Set	5	3	1	1	26	9	5	10	81	28	15	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	24	13	27	14	13	2	5	
A.H.	1987/88				1988/89				1989/90				1990/91				1991/92				1992/93				1993/94				1994/95				
Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	
Out	130	36	23	50	61	17	11	24	161	43	31	68	112	34	20	43	90	29	17	36	42	16	7	15	143	40	26	58	35	18	5	11	
Nov	198	33	42	109	328	32	68	178	224	31	45	117	55	26	9	21	7	8	1	2	2	6	0	0	184	36	37	91	95	26	18	39	
Dez	313	23	64	188	7	19	1	3	473	29	100	311	91	25	16	38	80	18	15	34	174	18	34	86	2	13	0	0	53	21	9	20	
Jan	103	24	19	54	89	19	17	40	54	22	10	29	19	17	2	5	79	20	15	35	28	15	5	12	71	20	13	31	69	17	13	30	
Fev	65	33	11	28	70	28	12	29	9	19	2	4	137	30	26	64	15	16	2	5	42	26	7	16	99	27	18	42	74	26	15	36	
Mar	29	31	6	13	31	34	5	12	50	32	8	18	130	48	24	60	21	11	4	8	28	23	4	9	6	27	1	2	25	20	4	10	
Abr	19	30	3	6	101	50	19	41	105	53	19	42	92	46	17	37	32	25	5	11	54	23	9	19	23	21	3	7	24	13	4	8	
Mai	57	42	10	22	36	31	6	13	15	38	2	4	0	20	0	0	19	13	3	6	90	49	15	32	72	39	11	25	8	15	1	3	
Jun	70	37	12	26	0	16	0	0	0	15	0	0	20	16	3	7	13	13	2	4	0	16	0	0	0	13	0	0	1	5	0	0	
Jul	8	13	1	3	0	3	0	0	0	3	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	1	3	0	0	2	3	0	0	
Ago	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Set	0	0	0	0	63	21	12	26	7	2	1	2	9	3	1	2	26	7	5	10	17	8	2	4	11	5	1	3	5	3	1	1	
A.H.	1995/96				1996/97				1997/98				1998/99				1999/2000				2000/01				2001/02				2002/03				
Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	
Out	11	4	1	3	35	13	6	14	201	46	39	90	13	10	2	4	137	33	25	56	23	12	3	7	77	41	12	26	44	28	5	11	
Nov	202	30	39	93	23	12	3	6	320	42	65	176	19	8	4	8	54	17	10	23	93	26	16	35	34	16	5	12	128	25	23	54	
Dez	331	28	69	198	356	22	73	197	192	26	39	114	34	2	6	14	62	24	11	27	283	27	59	157	134	20	26	65	119	27	22	57	
Jan	314	25	62	214	154	25	31	95	89	24	17	47	74	21	14	31	71	21	13	30	159	25	30	90	75	23	14	35	79	24	14	39	
Fev	70	30	13	41	0	16	0	0	67	26	13	44	3	12	0	1	7	19	1	3	78	29	15	42	11	19	1	2	93	26	17	43	
Mar	173	46	34	97	0	16	0	0	12	20	2	3	96	34	17	38	43	23	6	14	154	46	30	80	113	44	20	45	49	40	7	16	
Abr	25	38	3	7	70	39	12	26	43	41	6	13	24	17	4	8	195	66	36	83	2	28	0	0	93	48	17	39	111	53	20	46	
Mai	94	68	16	35	64	41	11	24	54	42	8	18	28	25	4	8	100	60	18	40	32	38	5	10	7	21	0	1	11	29	2	3	
Jun	0	20	0	0	36	35	6	13	5	22	1	1	0	5	0	0	0	12	0	0	4	16	0	1	2	9	0	0	1	11	0	0	
Jul	0	3	0	0	4	7	1	1	0	3	0	0	18	6	3	7	0	2	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	
Ago	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	7	7	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	
Set	24	11	3	7	23	9	3	7	51	18	8	18	48	16	9	19	6	2	1	2	82	20	15	33	97	36	16	35	0	1	0	0	
A.H.	2003/04				2004/05				2005/06				2006/07				2007/08				2008/09				Média								
Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	
Out	219	51	41	92	105	25	19	40	133	32	23	51	176	35	34	79	46	21	8	17	57	33	9	19	84	24	15	34					
Nov	104	38	19	45	18	22	2	4	172	32	34	86	174	40	33	83	68	15	13	28	29	11	5	10	113	24	22	54					
Dez	87	27	16	42	49	20	8	18	84	24	15	40	37	24	6	16	113	18	22	56	39	23	4	9	122	20	24	65					
Jan	20	17	2	4	3	6	0	0	72	23	12	32	27	13	3	7	63	24	11	27	95	23	15	38	79	19	15	40					
Fev	59	22	9	22	15	8	2	4	62	29	10	24	69	30	11	26	94	25	17	42	91	29	17	47	65	23	12	31					
Mar	43	34	6	14	32	20	3	8	108	47	20	48	22	27	3	6	25	32	4	8	42	29	7	15	51	31	9	21					
Abr	11	22	2	3	6	12	0	1	49	42	8	17	62	41	10	22	120	51	22	50	37	28	5	12	64	36	11	25					
Mai	27	26	3	6	17	12	2	4	0	20	0	0	31	28	5	11	42	37	5	11	4	17	0	0	34	32	5	12					
Jun	0	7	0	0	0	5	0	0	32	20	6	12	15	16	2	4	0	14	0	0	2	8	0	0	7	15	1	2					
Jul	0	1	0	0	4	3	0	1	4	7	0	0	3	0	0	0	0	2	0	0	1	2	0	0	2	3	0	1					
Ago	13	6	2	4	1	2	0	0	31	11	6	12	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	1	1		
Set	12	6	2	4	1	1	0	0	25	11	4	9	61	21	11	24	75	17	13	29	10	5	2	3	28	10	5	10					

Quadro 44 – Balanço hídrico sequencial diário da área da sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30I/04HA – Quinta do Freixo – dados mensais (unidades mm/mês)

A.H.	1979/80				1980/81				1981/82				1982/83				1983/84				1984/85				1985/86				1986/87				
	Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec				
Out	265	49	111	52	33	13	12	3	16	11	6	2	20	16	7	2	68	8	27	9	36	14	13	4	0	0	0	0	31	18	11	3	
Nov	5	21	1	0	94	28	38	14	2	2	0	0	146	26	64	27	302	43	130	81	131	31	50	20	97	22	38	13	66	20	26	9	
Dez	8	9	2	1	0	7	0	0	178	13	72	33	29	17	10	3	107	31	44	30	104	28	44	22	95	20	38	15	28	14	9	3	
Jan	30	12	9	3	0	4	0	0	96	31	40	25	3	11	1	0	15	22	5	2	223	26	97	66	53	25	18	9	146	18	60	28	
Fev	85	20	36	14	44	7	17	5	45	30	17	6	88	19	34	15	18	19	6	2	149	28	59	49	165	27	67	47	140	33	57	40	
Mar	62	40	24	9	29	19	9	3	44	32	18	6	15	29	5	1	75	36	27	11	19	57	4	1	38	49	14	7	20	43	7	2	
Abr	105	48	44	15	49	31	17	5	65	46	22	7	93	33	35	12	106	47	42	16	74	49	27	9	73	46	27	9	62	46	22	7	
Mai	76	52	31	10	21	25	8	2	0	26	0	0	16	42	4	2	39	57	12	3	16	35	6	2	37	34	14	4	0	21	0	0	
Jun	0	2	0	0	3	6	1	0	0	3	0	0	2	9	0	0	5	18	1	0	0	10	0	0	0	13	0	0	0	4	0	0	
Jul	0	2	0	0	0	1	0	0	21	5	9	2	0	1	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	5	3	1	0	
Ago	13	5	4	1	0	0	0	0	21	13	8	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	7	17	5	
Set	5	4	1	0	26	9	10	3	81	28	32	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	24	28	9	14	15	5	1	
A.H.	1987/88				1988/89				1989/90				1990/91				1991/92				1992/93				1993/94				1994/95				
	Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec				
Out	130	35	51	17	61	16	24	7	161	43	67	23	112	32	43	15	90	28	36	11	42	17	15	4	143	42	56	21	35	18	11	3	
Nov	198	40	89	50	328	35	144	88	224	34	95	57	55	27	21	7	7	11	2	0	2	8	0	0	184	40	80	39	95	26	38	14	
Dez	313	26	137	107	7	27	3	1	473	33	213	179	91	25	34	15	80	18	33	12	174	17	73	33	2	17	0	0	53	20	20	7	
Jan	103	27	41	30	89	21	36	18	54	27	21	15	19	18	5	2	79	19	33	13	28	19	11	4	71	20	28	14	69	17	28	11	
Fev	65	37	24	15	70	29	27	15	9	32	3	2	137	29	56	30	15	20	5	2	42	27	15	8	99	26	39	21	74	26	32	15	
Mar	29	49	12	5	31	40	12	3	50	52	18	6	130	53	52	32	21	19	8	2	28	31	9	3	6	34	1	1	25	30	10	3	
Abr	19	41	6	2	101	56	41	16	105	66	42	15	92	54	37	13	32	31	11	4	54	30	19	6	23	29	7	2	24	21	9	2	
Mai	57	39	21	7	36	37	13	4	15	40	4	1	0	31	0	0	19	14	6	2	90	53	32	10	72	40	25	7	8	18	3	1	
Jun	70	29	26	8	0	13	0	0	0	7	0	0	20	14	7	2	13	12	4	1	0	18	0	0	0	13	0	0	1	3	0	0	
Jul	8	13	3	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	1	2	0	0	2	2	0	0	
Ago	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Set	0	0	0	0	63	23	26	8	7	1	2	0	9	3	2	1	26	7	11	3	17	7	4	1	11	4	3	1	5	3	1	0	
A.H.	1995/96				1996/97				1997/98				1998/99				1999/2000				2000/01				2001/02				2002/03				
	Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec				
Out	11	4	3	1	35	15	14	4	201	47	86	32	13	14	5	1	137	33	54	20	23	11	7	2	77	44	27	9	44	30	12	4	
Nov	202	28	84	36	23	12	6	2	320	47	137	96	19	9	8	2	54	21	22	8	93	23	36	12	34	19	12	4	128	24	49	20	
Dez	331	32	146	110	356	23	154	97	192	31	82	64	34	3	14	4	62	24	24	11	283	28	125	77	134	20	56	25	119	29	46	27	
Jan	314	28	133	126	154	28	66	56	89	27	37	25	74	18	29	12	71	20	27	14	159	28	64	54	75	24	30	16	79	26	30	23	
Fev	70	36	29	22	0	30	0	0	67	33	28	25	3	16	1	0	7	22	2	1	78	35	33	23	11	23	2	1	93	29	36	22	
Mar	173	60	75	52	0	34	0	0	12	39	3	1	96	35	37	14	43	28	14	4	154	58	64	42	113	44	43	20	49	45	16	6	
Abr	25	73	7	2	70	42	26	8	43	47	13	4	24	27	8	2	195	65	80	35	2	51	0	0	93	56	37	19	111	58	45	18	
Mai	94	73	35	11	64	39	24	7	54	38	18	5	28	29	8	3	100	71	39	16	32	34	10	3	7	28	1	0	11	40	3	1	
Jun	0	14	0	0	36	32	13	4	5	16	1	0	0	4	0	0	0	16	0	0	4	8	1	0	2	6	0	0	1	9	0	0	
Jul	0	2	0	0	4	6	1	0	0	2	0	0	18	6	7	2	0	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	
Ago	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	
Set	24	11	7	2	23	9	7	2	51	17	18	5	48	16	19	6	6	1	2	0	82	18	33	10	97	35	36	12	0	1	0	0	
A.H.	2003/04				2004/05				2005/06				2006/07				2007/08				2008/09				Média								
	Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec				
Out	219	49	90	33	105	22	41	14	133	30	50	18	176	35	72	29	46	23	18	6	57	35	19	6	84	25	33	12					
Nov	104	39	41	20	18	23	4	2	172	35	73	37	174	44	70	42	68	15	27	10	29	14	10	3	112	26	47	24					
Dez	87	29	33	23	49	20	18	7	84	27	33	21	37	27	13	10	113	19	48	21	39	21	9	4	122	22	51	32					
Jan	20	19	4	2	3	9	0	0	72	25	26	18	27	16	7	3	63	24	22	14	95	22	31	16	79	21	31	21					
Fev	59	24	20	10	15	10	4	1	62	31	22	12	69	29	23	13	94	27	36	22	91	33	36	23	65	26	26	15					
Mar	43	38	14	5	32	20	8	2	108	49	44	24	22	34	6	2	25	40	9	3	42	39	15	6	51	39	19	9					
Abr	11	34	3	1	6	18	1	0	49	53	17	5	62	47	22	7	120	56	48	19	37	37	12	3	64	45	24	9					
Mai	27	27	6	2	17	12	4	1	0	26	0	0	31	32	11	3	42	45	11	3	4	20	0	0	34	36	12	4					
Jun	0	5	0	0	0	5	0	0	32	15	12	3	15	14	4	1	0	15	0	0	2	5	0	0	7	12	2	1					
Jul	0	1	0	0	4	2	0	0	4	6	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	1	1	0	0	2	3	1	0					
Ago	13	7	4	1	1	2	0	0	31	13	12	3	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	2	2	0					
Set	12	6	4	1	1	1	0	0	25	12	9	2	61	21	24	7	75	15	29	9	10	5	3	1	28	10	11	3					

Quadro 45 – Balanço hídrico sequencial diário da área da sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30J/01HA – Ponte Querença – dados mensais (unidades mm/mês)

A.H.	1979/80				1980/81				1981/82				1982/83				1983/84				1984/85				1985/86				1986/87				
	Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec				
Out	265	43	145	40	33	10	16	2	16	10	8	1	20	15	10	1	68	6	35	6	36	12	17	2	0	0	0	0	31	15	15	2	
Nov	5	20	1	0	94	24	50	11	2	2	0	0	146	24	83	21	302	42	171	56	131	26	67	16	97	18	51	9	66	17	35	7	
Dez	8	6	3	0	0	6	0	0	178	11	95	26	29	14	13	3	107	31	58	19	104	25	58	17	95	16	51	13	28	12	13	2	
Jan	30	9	13	3	0	3	0	0	96	30	52	17	3	9	1	0	15	21	7	1	223	24	127	42	53	22	25	8	146	15	79	23	
Fev	85	15	47	11	44	5	22	3	45	26	23	5	88	15	45	12	18	16	8	1	149	29	78	32	165	25	88	32	140	31	75	26	
Mar	62	32	32	7	29	15	13	3	44	24	23	3	15	23	7	1	75	28	37	9	19	51	6	1	38	43	19	5	20	36	10	1	
Abr	105	36	58	12	49	25	23	4	65	34	30	6	93	24	47	10	106	35	56	12	74	36	37	7	73	34	36	7	62	33	30	6	
Mai	76	39	41	7	21	21	11	1	0	18	0	0	16	31	6	1	39	43	16	3	16	24	8	1	37	23	19	3	0	15	0	0	
Jun	0	15	0	0	3	5	1	0	0	2	0	0	2	7	0	0	5	13	1	0	0	8	0	0	0	11	0	0	0	3	0	0	
Jul	0	1	0	0	0	0	0	0	21	3	11	1	0	1	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	5	3	2	0	
Ago	13	4	6	1	0	0	0	0	21	12	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	5	22	3	
Set	5	3	2	0	26	6	13	2	81	23	42	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	20	36	5	14	14	6	1	
A.H.	1987/88				1988/89				1989/90				1990/91				1991/92				1992/93				1993/94				1994/95				
	Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec				
Out	130	29	68	12	61	13	32	4	161	34	88	17	112	25	57	11	90	22	48	8	42	14	21	2	143	35	75	16	35	15	15	2	
Nov	198	40	116	35	328	35	187	59	224	32	125	39	55	23	28	6	7	10	2	0	2	7	0	0	184	36	105	28	95	22	51	11	
Dez	313	27	178	67	7	27	3	1	473	33	277	110	91	21	46	13	80	14	44	10	174	15	96	26	2	15	0	0	53	17	27	6	
Jan	103	28	54	20	89	18	48	12	54	28	28	10	19	15	7	2	79	16	43	10	28	17	15	3	71	16	37	10	69	14	37	9	
Fev	65	37	32	11	70	25	36	10	9	34	4	1	137	26	74	22	15	16	7	1	42	23	20	6	99	22	52	14	74	23	42	11	
Mar	29	42	16	4	31	32	16	2	50	47	24	5	130	48	69	21	21	14	10	1	28	24	13	3	6	27	2	1	25	23	13	2	
Abr	19	26	7	1	101	42	54	11	105	49	55	12	92	42	49	10	32	23	15	3	54	20	26	4	23	19	10	1	24	14	11	1	
Mai	57	29	28	4	36	26	17	2	15	28	6	1	0	19	0	0	19	11	8	1	90	42	44	8	72	33	33	6	8	14	3	0	
Jun	70	26	35	5	0	10	0	0	0	5	0	0	20	11	10	1	13	12	6	1	0	14	0	0	0	11	0	0	1	3	0	0	
Jul	8	12	4	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	2	2	0	0	
Ago	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Set	0	0	0	0	63	21	34	5	7	1	2	0	9	2	3	0	26	5	14	2	17	6	5	1	11	3	4	1	5	2	2	0	
A.H.	1995/96				1996/97				1997/98				1998/99				1999/2000				2000/01				2001/02				2002/03				
	Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec				
Out	11	3	4	0	35	12	19	2	201	39	112	25	13	13	6	1	137	26	72	16	23	10	9	1	77	36	36	9	44	25	16	4	
Nov	202	23	110	28	23	10	8	1	320	47	180	62	19	7	10	1	54	18	29	6	93	18	48	9	34	16	16	3	128	20	65	18	
Dez	331	32	190	70	356	23	201	67	192	30	108	41	34	2	18	3	62	20	32	9	283	26	163	53	134	18	74	20	119	26	61	21	
Jan	314	29	174	79	154	28	87	35	89	27	49	16	74	15	39	10	71	17	36	10	159	28	84	35	75	21	39	12	79	24	40	15	
Fev	70	37	38	15	0	32	0	0	67	33	37	15	3	13	1	0	7	19	3	1	78	36	43	14	11	20	3	1	93	27	48	15	
Mar	173	61	97	33	0	28	0	0	12	30	5	1	96	29	49	11	43	21	19	3	154	55	84	27	113	37	57	15	49	38	22	5	
Abr	25	62	10	2	70	30	34	6	43	33	18	3	24	19	11	1	195	55	105	26	2	35	0	0	93	44	48	14	111	46	59	14	
Mai	94	57	47	9	64	31	31	5	54	30	25	3	28	24	12	2	100	54	52	11	32	25	14	2	7	18	1	0	11	26	5	1	
Jun	0	10	0	0	36	27	18	3	5	14	2	0	0	3	0	0	0	10	0	0	4	7	1	0	2	5	0	0	1	6	0	0	
Jul	0	1	0	0	4	5	2	0	0	1	0	0	18	5	9	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	
Ago	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	
Set	24	9	10	1	23	7	10	1	51	13	24	3	48	13	25	3	6	1	2	0	82	14	44	7	97	28	47	8	0	1	0	0	
A.H.	2003/04				2004/05				2005/06				2006/07				2007/08				2008/09				Média								
	Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec				
Out	219	41	118	25	105	17	54	10	133	24	67	14	176	29	95	23	46	20	23	4	57	29	26	5	84	21	44	9					
Nov	104	33	54	15	18	20	6	2	172	32	96	28	174	40	92	29	68	12	36	7	29	12	13	3	112	23	61	17					
Dez	87	26	44	16	49	16	24	6	84	25	44	14	37	24	17	7	113	17	63	17	39	16	12	5	122	20	67	22					
Jan	20	17	5	2	3	8	0	0	72	22	35	12	27	14	9	3	63	22	30	11	95	18	43	16	79	19	41	14					
Fev	59	20	27	8	15	8	5	1	62	27	29	9	69	25	31	11	94	24	48	15	91	31	47	17	65	24	34	11					
Mar	43	30	19	4	32	17	11	3	108	42	58	16	22	26	9	1	25	33	11	2	42	32	20	5	51	33	26	7					
Abr	11	23	5	1	6	14	1	0	49	39	23	4	62	34	30	6	120	44	64	15	37	25	16	3	64	33	32	7					
Mai	27	22	8	1	17	11	6	1	0	16	0	0	31	24	14	2	42	33	15	2	4	15	0	0	34	27	16	3					
Jun	0	4	0	0	4	0	0	0	32	14	16	2	15	12	6	1	0	12	0	0	2	5	0	0	7	10	3	0					
Jul	0	1	0	0	4	2	1	0	4	6	1	0	0	2	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	2	2	1	0					
Ago	13	7	6	1	1	2	0	0	31	12	16	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	2	0				
Set	12	5	6	1	1	0	0	0	25	9	12	1	61	18	32	4	75	12	39	6	10	4	4	1	28	8	14	2					

Quadro 46 – Balanço hídrico sequencial diário da área de drenagem exterior do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30J/01HA – Ponte Querença – dados mensais (unidades mm/mês)

A.H.	1979/80				1980/81				1981/82				1982/83				1983/84				1984/85				1985/86				1986/87				
Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	
Out	265	43	163	23	33	10	19	0	16	10	8	0	20	15	11	0	68	6	40	2	36	11	19	0	0	0	0	0	31	15	17	1	
Nov	5	21	1	0	94	24	56	6	2	2	0	0	146	24	93	11	302	43	192	35	131	25	76	9	97	17	57	3	66	16	40	4	
Dez	8	6	3	0	0	7	0	0	178	11	107	15	29	14	15	2	107	32	66	12	104	25	65	10	95	16	57	8	28	12	15	1	
Jan	30	8	14	1	0	3	0	0	96	31	59	11	3	9	1	0	15	21	8	1	223	25	143	26	53	21	28	5	146	15	89	13	
Fev	85	15	53	6	44	5	25	0	45	26	26	3	88	14	51	7	18	16	9	0	149	30	88	21	165	26	99	20	140	32	84	17	
Mar	62	31	36	4	29	14	15	1	44	24	26	1	15	23	8	0	75	27	41	6	19	53	6	1	38	44	21	3	20	36	11	0	
Abr	105	35	66	5	49	24	26	2	65	33	34	4	93	23	53	5	106	34	62	7	74	35	41	4	73	33	41	3	62	32	34	3	
Mai	76	38	46	2	21	21	12	0	18	0	0	0	16	30	7	1	39	42	18	1	16	23	9	0	37	22	21	1	0	14	0	0	
Jun	0	14	0	0	3	4	1	0	1	0	0	0	2	6	0	0	5	12	1	0	0	7	0	0	0	10	0	0	0	2	0	0	0
Jul	0	1	0	0	0	0	0	0	21	3	13	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5	3	2	0	
Ago	13	4	6	0	0	0	0	0	21	12	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	5	24	0	
Set	5	3	2	0	26	6	15	0	81	23	47	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	19	41	1	14	14	7	0	
A.H.	1987/88				1988/89				1989/90				1990/91				1991/92				1992/93				1993/94				1994/95				
Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	
Out	130	28	76	5	61	13	36	0	161	33	99	8	112	24	64	5	90	22	54	3	42	13	23	0	143	34	84	8	35	14	16	0	
Nov	198	41	130	20	328	36	211	36	224	32	140	24	55	22	31	4	7	10	3	0	2	7	0	0	184	36	118	16	95	22	57	6	
Dez	313	27	200	42	7	28	4	1	473	34	311	70	91	21	51	8	80	13	49	5	174	15	108	15	2	15	0	0	53	16	30	4	
Jan	103	29	61	13	89	18	54	7	54	29	31	7	19	15	8	1	79	16	48	6	28	18	17	1	71	16	41	6	69	14	41	5	
Fev	65	38	37	7	70	24	40	7	9	36	5	1	137	26	83	14	15	16	8	0	42	23	23	4	99	21	59	9	74	22	47	6	
Mar	29	43	18	2	31	31	18	0	50	49	27	3	130	48	77	13	21	15	12	0	28	24	14	1	6	27	2	1	25	23	15	1	
Abr	19	26	8	0	101	41	61	5	105	49	62	6	92	41	55	4	32	22	17	2	54	19	29	1	23	18	11	0	24	13	13	0	
Mai	57	28	32	1	36	25	20	0	15	27	7	0	0	19	0	0	19	10	9	0	90	41	49	3	72	31	38	2	8	14	4	0	
Jun	70	24	39	2	0	9	0	0	0	3	0	0	20	10	11	0	13	11	7	0	0	13	0	0	0	10	0	0	1	2	0	0	
Jul	8	11	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	2	2	0	0	
Ago	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Set	0	0	0	0	63	21	38	1	7	1	3	0	9	2	4	0	26	5	16	0	17	6	6	0	11	3	5	0	5	2	2	0	
A.H.	1995/96				1996/97				1997/98				1998/99				1999/2000				2000/01				2001/02				2002/03				
Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	
Out	11	3	5	0	35	12	21	0	201	38	126	13	13	13	7	0	137	26	81	8	23	9	10	0	77	35	41	5	44	25	18	2	
Nov	202	22	124	15	23	9	9	0	320	48	202	39	19	7	12	0	54	18	33	3	93	17	54	5	34	15	18	1	128	20	73	11	
Dez	331	32	213	45	356	23	226	41	192	31	121	26	34	2	21	1	62	20	36	5	283	26	183	32	134	18	83	12	119	26	69	13	
Jan	314	29	196	53	154	29	97	23	89	28	55	10	74	14	44	6	71	17	41	6	159	29	95	23	75	21	44	8	79	25	45	10	
Fev	70	38	43	9	0	34	0	0	67	34	42	10	3	13	1	0	7	18	3	1	78	37	49	9	11	20	3	1	93	27	54	10	
Mar	173	64	109	20	0	30	0	0	12	32	5	0	96	29	55	6	43	20	22	1	154	57	94	17	113	36	65	9	49	38	25	3	
Abr	25	66	11	1	70	29	38	2	43	32	20	1	24	19	12	0	195	53	118	15	2	36	0	0	93	44	54	8	111	44	66	7	
Mai	94	56	53	4	64	29	35	1	54	28	28	0	28	23	13	1	100	53	59	6	32	23	16	0	7	17	1	0	11	26	5	0	
Jun	0	8	0	0	36	26	20	1	5	13	2	0	0	3	0	0	0	9	0	0	4	5	1	0	2	4	0	0	1	5	0	0	
Jul	0	1	0	0	4	4	2	0	0	1	0	0	18	5	10	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
Ago	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	
Set	24	9	11	0	23	7	11	0	51	12	27	0	48	13	28	0	6	1	3	0	82	13	49	2	97	27	53	3	0	1	0	0	
A.H.	2003/04				2004/05				2005/06				2006/07				2007/08				2008/09				Média								
Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	
Out	219	39	133	13	105	16	61	4	133	23	76	7	176	29	106	13	46	19	26	2	57	28	29	3	84	20	49	4					
Nov	104	32	61	9	18	20	7	1	172	31	107	17	174	40	104	18	68	11	40	3	29	12	15	1	112	23	69	10					
Dez	87	26	49	11	49	15	27	4	84	25	50	9	37	25	19	5	113	16	71	10	39	15	14	5	122	20	75	14					
Jan	20	17	6	2	3	8	0	0	72	22	40	8	27	14	10	3	63	22	33	7	95	18	48	11	79	19	47	9					
Fev	59	20	31	6	15	8	6	1	62	27	33	6	69	24	35	7	94	24	54	10	91	32	53	11	65	24	38	7					
Mar	43	30	21	2	32	17	12	2	108	42	65	9	22	26	10	0	25	33	13	1	42	32	23	3	51	33	29	4					
Abr	11	23	5	1	6	15	1	0	49	38	26	2	62	33	34	3	120	43	72	8	37	25	18	1	64	33	36	3					
Mai	27	21	9	0	17	11	7	0	15	0	0	0	31	23	16	1	42	32	16	0	4	15	0	0	34	26	18	1					
Jun	0	3	0	0	0	4	0	0	32	13	18	0	15	12	7	0	0	12	0	0	2	4	0	0	7	9	4	0					
Jul	0	0	0	0	4	2	1	0	4	5	1	0	0	2	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	2	2	1	0					
Ago	13	6	6	0	1	2	0	0	31	11	18	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	2	0					
Set	12	5	6	0	1	0	0	0	25	9	13	0	61	18	36	1	75	11	43	2	10	4	5	0	28	8	16	0					

Quadro 47 – Balanço hídrico sequencial diário da área do sistema aquífero Querença-Silves
pertencente à sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30J/01HA – Ponte Querença – dados
mensais (unidades mm/mês)

A.H.	1979/80				1980/81				1981/82				1982/83				1983/84				1984/85				1985/86				1986/87			
	Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed
Out	265	41	15	165	33	13	2	15	16	10	1	7	20	13	1	9	68	9	4	34	36	14	2	16	0	0	0	0	31	16	2	14
Nov	5	16	0	1	94	29	5	49	2	2	0	0	146	24	9	91	302	37	18	212	131	31	7	68	97	24	5	48	66	21	4	34
Dez	8	6	0	3	0	4	0	0	178	14	10	108	29	15	1	12	107	24	6	72	104	25	6	67	95	20	5	52	28	14	1	12
Jan	30	12	1	12	0	2	0	0	96	27	6	64	3	8	0	1	15	17	1	7	223	23	14	159	53	23	2	27	146	17	8	88
Fev	85	20	5	46	44	7	2	21	45	26	2	22	88	18	5	49	18	13	1	8	149	23	8	108	165	24	9	112	140	28	8	94
Mar	62	40	3	31	29	19	1	12	44	22	2	22	15	23	1	7	75	34	4	36	19	39	0	5	38	37	2	19	20	31	1	9
Abr	105	42	6	56	49	29	2	21	65	44	3	27	93	30	5	45	106	41	6	55	74	41	4	34	73	39	4	34	62	38	3	27
Mai	76	46	4	38	21	21	1	10	0	21	0	0	16	36	1	6	39	53	1	15	16	31	1	7	37	29	2	18	0	18	0	0
Jun	0	21	0	0	3	7	0	1	0	8	0	0	2	11	0	0	5	21	0	1	0	15	0	0	0	17	0	0	0	9	0	0
Jul	0	4	0	0	0	1	0	0	21	6	1	10	0	3	0	0	0	6	0	0	0	3	0	0	0	4	0	0	5	5	0	2
Ago	13	5	1	5	0	0	0	0	21	13	1	10	0	1	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	41	8	2	20
Set	5	3	0	2	26	9	1	12	81	29	4	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	25	4	34	14	14	1	6

A.H.	1987/88				1988/89				1989/90				1990/91				1991/92				1992/93				1993/94				1994/95				
	Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec
Out	130	35	7	64	61	17	3	30	161	43	9	85	112	33	6	54	90	29	5	45	42	16	2	19	143	40	8	74	35	18	1	13	
Nov	198	33	13	141	328	30	20	226	224	31	13	151	55	28	3	26	7	10	0	2	2	7	0	0	184	35	11	116	95	26	5	49	
Dez	313	22	19	242	7	20	0	3	473	26	30	394	91	24	5	48	80	18	5	43	174	17	10	108	2	14	0	0	53	21	3	25	
Jan	103	23	6	69	89	18	5	50	54	21	3	36	19	18	1	7	79	19	4	44	28	16	2	14	71	19	4	39	69	17	4	36	
Fev	65	31	3	37	70	27	4	38	9	20	0	5	137	28	8	84	15	18	1	6	42	26	2	21	99	27	5	55	74	26	5	46	
Mar	29	32	2	16	31	34	2	15	50	32	2	23	130	47	7	79	21	13	1	10	28	24	1	12	6	28	0	3	25	22	1	12	
Abr	19	29	1	7	101	50	6	53	105	51	6	53	92	47	5	47	32	27	1	14	54	25	3	23	23	23	1	9	24	16	1	11	
Mai	57	41	3	27	36	33	2	16	15	37	1	5	0	23	0	0	19	14	1	7	90	52	4	40	72	41	3	31	8	16	0	3	
Jun	70	37	3	32	0	17	0	0	0	14	0	0	20	19	1	9	13	14	1	5	0	17	0	0	0	14	0	0	1	6	0	0	
Jul	8	14	0	3	0	4	0	0	0	3	0	0	0	4	0	0	0	2	0	0	0	3	0	0	1	4	0	0	2	3	0	0	
Ago	0	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Set	0	0	0	0	63	23	4	32	7	2	0	2	9	3	0	3	26	7	1	13	17	8	0	5	11	4	0	4	5	3	0	2	

A.H.	1995/96				1996/97				1997/98				1998/99				1999/2000				2000/01				2001/02				2002/03			
	Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed
Out	11	4	0	4	35	14	2	17	201	45	12	113	13	11	1	6	137	31	7	71	23	12	1	8	77	43	4	33	44	28	1	14
Nov	202	28	12	118	23	12	1	8	320	39	19	229	19	8	1	10	54	19	3	28	93	24	5	45	34	17	2	15	128	24	7	68
Dez	331	26	21	256	356	21	22	251	192	25	12	146	34	2	2	17	62	24	3	35	283	25	18	201	134	19	8	81	119	25	6	74
Jan	314	23	19	264	154	23	9	122	89	23	5	60	74	20	4	39	71	21	4	38	159	23	9	118	75	22	4	45	79	22	4	51
Fev	70	29	4	51	0	17	0	0	67	25	4	54	3	14	0	1	7	20	0	3	78	28	5	55	11	20	0	2	93	25	5	56
Mar	173	45	10	123	0	16	0	0	12	20	0	4	96	35	5	48	43	24	2	18	154	45	9	102	113	43	6	58	49	39	2	20
Abr	25	37	1	9	70	38	3	32	43	40	2	16	24	20	1	10	195	65	11	108	2	28	0	0	93	48	5	51	111	53	6	60
Mai	94	65	5	43	64	40	3	29	54	40	2	23	28	27	1	11	100	61	5	51	32	36	1	13	7	23	0	1	11	31	0	4
Jun	0	18	0	0	36	34	2	16	5	20	0	2	0	5	0	0	0	16	0	0	4	14	0	1	2	10	0	0	1	13	0	0
Jul	0	4	0	0	4	7	0	1	0	3	0	0	18	6	1	9	0	4	0	0	0	3	0	0	0	2	0	0	0	4	0	0
Ago	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	7	7	0	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	2	0	0
Set	24	11	1	9	23	9	1	9	51	18	2	22	48	17	3	24	6	2	0	2	82	19	5	41	97	36	5	44	0	1	0	0

A.H.	2003/04				2004/05				2005/06				2006/07				2007/08				2008/09				Média							
	Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed
Out	219	50	12	116	105	23	6	51	133	31	7	65	176	33	10	100	46	22	2	22	57	34	2	23	84	24	4	43				
Nov	104	36	6	59	18	23	1	5	172	32	10	110	174	38	10	108	68	15	4	35	29	12	1	12	112	24	6	69				
Dez	87	25	5	55	49	20	2	23	84	24	5	51	37	23	2	22	113	19	7	70	39	22	1	11	122	20	7	83				
Jan	20	18	0	5	3	8	0	0	72	22	4	42	27	14	1	9	63	22	3	35	95	22	4	48	79	19	4	51				
Fev	59	22	3	28	15	9	0	5	62	28	3	32	69	29	3	33	94	25	5	54	91	28	5	61	65	23	4	40				
Mar	43	35	2	17	32	21	1	10	108	46	6	63	22	29	1	8	25	33	1	11	42	30	2	19	51	31	3	27				
Abr	11	25	0	4	6	14	0	1	49	43	2	21	62	43	3	27	120	52	7	63	37	30	2	15	64	37	3	31				
Mai	27	28	1	7	17	12	0	5	0	22	0	0	31	30	1	13	42	39	1	13	4	19	0	0	34	33	2	15				
Jun	0	8	0	0	0	5	0	0	32	21	2	15	15	18	1	5	0	16	0	0	2	8	0	0	7	15	0	3				
Jul	0	2	0	0	4	3	0	1	4	8	0	1	0	4	0	0	0	3	0	0	1	2	0	0	2	4	0	1				
Ago	13	7	1	5	1	2	0	0	31	12	2	15	2	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	3	0	2				
Set	12	6	1	5	1	1	0	0	25	12	1	11	61	21	3	30	75	16	4	36	10	5	0	4	28	10	1	13				

Quadro 48 – Balanço hídrico sequencial diário da área da sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30I/05HA – Quinta da Passagem – dados mensais (unidades mm/mês)

A.H.	1979/80				1980/81				1981/82				1982/83				1983/84				1984/85				1985/86				1986/87				
Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec					
Out	265	42	127	58	33	11	14	4	16	10	7	2	20	14	9	2	68	6	31	10	36	12	15	4	0	0	0	0	31	14	13	4	
Nov	5	19	1	0	94	24	44	17	2	2	0	0	146	24	72	31	302	42	149	77	131	26	59	25	97	19	44	15	66	17	31	12	
Dez	8	6	3	1	0	6	0	0	178	12	83	38	29	13	12	5	107	29	51	26	104	25	51	24	95	17	44	19	28	12	11	4	
Jan	30	9	11	5	0	3	0	0	96	30	46	24	3	8	1	0	15	19	6	2	223	24	111	58	53	21	22	11	146	15	69	32	
Fev	85	15	41	17	44	5	20	6	45	25	20	8	88	15	40	18	18	16	7	2	149	29	68	42	165	25	77	42	140	31	65	35	
Mar	62	33	28	12	29	15	11	4	44	24	20	6	15	23	6	2	75	29	32	14	19	49	5	2	38	42	17	7	20	35	9	2	
Abr	105	37	51	19	49	25	20	7	65	35	27	10	93	24	41	16	106	36	49	19	74	37	32	12	73	35	32	12	62	33	26	10	
Mai	76	40	35	12	21	21	9	3	0	19	0	0	16	32	6	2	39	45	14	5	16	25	7	2	37	23	17	5	0	15	0	0	
Jun	0	15	0	0	3	5	1	0	0	2	0	0	2	7	0	0	5	14	1	0	0	9	0	0	0	11	0	0	0	3	0	0	
Jul	0	1	0	0	0	0	0	0	21	3	10	3	0	1	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	5	3	2	0	
Ago	13	4	5	1	0	0	0	0	21	12	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	5	19	5	
Set	5	3	1	0	26	7	12	3	81	23	37	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	20	32	10	14	14	5	2	
A.H.	1987/88				1988/89				1989/90				1990/91				1991/92				1992/93				1993/94				1994/95				
Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec					
Out	130	30	59	20	61	14	28	8	161	35	77	28	112	26	50	18	90	23	42	14	42	14	18	5	143	35	65	26	35	15	13	4	
Nov	198	39	101	49	328	35	164	83	224	31	109	55	55	23	24	10	7	10	2	1	2	7	0	0	184	35	92	41	95	22	44	17	
Dez	313	26	156	90	7	25	3	2	473	33	242	148	91	22	40	19	80	14	38	15	174	15	84	38	2	14	0	0	53	17	23	10	
Jan	103	28	47	27	89	18	42	19	54	28	24	15	19	14	6	3	79	16	38	16	28	17	13	5	71	16	32	15	69	14	32	14	
Fev	65	37	28	15	70	24	31	15	9	33	4	2	137	26	64	32	15	16	6	2	42	23	18	9	99	22	46	21	74	22	37	17	
Mar	29	39	14	6	31	33	14	4	50	43	21	8	130	47	60	30	21	14	9	3	28	24	11	4	6	28	2	1	25	23	11	4	
Abr	19	28	6	2	101	44	47	18	105	47	48	18	92	43	43	16	32	23	13	5	54	20	22	7	23	20	9	2	24	14	10	3	
Mai	57	31	25	8	36	27	15	4	15	30	5	2	0	20	0	0	19	11	7	2	90	42	38	14	72	32	29	10	8	14	3	1	
Jun	70	26	31	10	0	11	0	0	0	6	0	0	20	11	9	2	13	12	5	1	0	14	0	0	0	11	0	0	1	3	0	0	
Jul	8	11	3	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	2	2	0	0
Ago	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Set	0	0	0	0	63	21	30	9	7	1	2	1	9	2	3	1	26	5	12	3	17	6	5	1	11	3	4	1	5	2	1	0	
A.H.	1995/96				1996/97				1997/98				1998/99				1999/2000				2000/01				2001/02				2002/03				
Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec					
Out	11	3	4	1	35	12	16	5	201	40	98	39	13	12	5	2	137	27	63	25	23	10	8	2	77	35	32	13	44	25	14	6	
Nov	202	24	96	41	23	10	7	2	320	46	157	84	19	7	9	3	54	18	26	9	93	19	42	15	34	15	14	5	128	20	57	26	
Dez	331	31	166	94	356	23	176	91	192	30	94	55	34	2	16	5	62	20	28	13	283	26	142	72	134	18	64	29	119	26	53	28	
Jan	314	28	152	106	154	28	76	47	89	27	43	23	74	15	34	15	71	17	32	15	159	28	73	46	75	21	34	17	79	24	35	20	
Fev	70	36	33	21	0	31	0	0	67	32	32	21	3	13	1	0	7	18	2	2	78	35	38	20	11	19	2	2	93	26	42	21	
Mar	173	61	85	46	0	26	0	0	12	28	4	1	96	29	43	17	43	21	17	6	154	53	73	38	113	37	50	22	49	38	19	8	
Abr	25	57	9	3	70	31	30	10	43	34	16	5	24	20	10	3	195	55	92	39	2	34	0	0	93	45	42	19	111	47	52	21	
Mai	94	55	41	15	64	32	27	9	54	32	22	6	28	24	10	3	100	55	46	18	32	27	12	3	7	19	1	0	11	28	4	1	
Jun	0	11	0	0	36	28	16	5	5	16	2	0	0	3	0	0	0	10	0	0	4	7	1	0	2	4	0	0	1	6	0	0	
Jul	0	1	0	0	4	5	1	0	0	1	0	0	18	5	8	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Ago	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Set	24	9	8	2	23	7	9	2	51	13	21	6	48	13	22	6	6	1	2	1	82	14	38	12	97	29	41	14	0	1	0	0	
A.H.	2003/04				2004/05				2005/06				2006/07				2007/08				2008/09				Média								
Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec					
Out	219	41	103	40	105	18	47	17	133	24	59	22	176	30	83	35	46	19	20	7	57	29	23	9	84	21	38	14					
Nov	104	33	47	22	18	20	5	2	172	31	83	39	174	39	80	41	68	12	31	12	29	11	12	4	112	23	53	25					
Dez	87	25	38	21	49	16	21	9	84	24	39	20	37	24	15	9	113	17	55	25	39	17	11	7	122	19	59	31					
Jan	20	16	5	3	3	7	0	0	72	21	31	17	27	14	8	5	63	22	26	15	95	18	37	21	79	19	36	20					
Fev	59	19	24	12	15	8	5	2	62	27	26	13	69	25	27	14	94	24	42	21	91	30	41	23	65	24	30	15					
Mar	43	31	16	7	32	17	10	4	108	42	50	23	22	27	8	2	25	33	10	4	42	32	18	7	51	32	22	10					
Abr	11	23	4	2	6	15	1	0	49	40	20	7	62	35	26	10	120	44	56	22	37	26	14	5	64	34	28	11					
Mai	27	22	7	2	17	11	5	1	0	17	0	0	31	24	13	4	42	34	13	4	4	16	0	0	34	28	14	5					
Jun	0	4	0	0	4	0	0	0	32	14	14	4	15	12	5	1	0	12	0	0	2	5	0	0	7	10	3	1					
Jul	0	0	0	0	4	2	1	0	4	5	1	0	0	2	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	2	2	1	0					
Ago	13	6	5	1	1	2	0	0	31	11	14	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	2	1					
Set	12	5	5	1	1	0	0	0	25	9	10	3	61	18	28	8	75	12	34	11	10	4	4	1	28	8	12	4					

Quadro 49 – Balanço hídrico sequencial diário da área de drenagem exterior do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 301/05HA – Quinta da Passagem – dados mensais (unidades mm/mês)

A.H.	1979/80				1980/81				1981/82				1982/83				1983/84				1984/85				1985/86				1986/87				
	Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec				
Out	265	42	160	24	33	10	18	0	16	10	8	0	20	15	11	0	68	5	39	2	36	11	19	0	0	0	0	0	31	14	17	1	
Nov	5	20	1	0	94	23	55	7	2	2	0	0	146	24	91	11	302	43	188	36	131	25	74	10	97	17	56	4	66	15	39	5	
Dez	8	6	3	0	0	7	0	0	178	11	105	15	29	13	15	2	107	31	64	13	104	25	64	10	95	15	56	8	28	11	14	1	
Jan	30	8	14	2	0	3	0	0	96	30	57	12	3	9	1	0	15	20	8	1	223	24	140	28	53	21	27	6	146	15	87	14	
Fev	85	14	52	8	44	5	25	1	45	26	25	4	88	14	50	9	18	17	9	0	149	30	86	23	165	25	97	22	140	31	82	18	
Mar	62	31	35	5	29	14	14	2	44	26	26	1	15	24	8	0	75	27	40	7	19	53	6	1	38	44	21	4	20	37	11	0	
Abr	105	36	64	7	49	24	26	3	65	33	34	5	93	23	52	6	106	35	61	8	74	36	40	5	73	34	40	4	62	33	33	4	
Mai	76	39	45	3	21	22	12	0	0	19	0	0	16	31	7	1	39	42	18	1	16	24	8	0	37	23	21	1	0	15	0	0	
Jun	0	15	0	0	3	5	1	0	0	1	0	0	2	7	0	0	5	13	1	0	0	7	0	0	0	10	0	0	0	2	0	0	0
Jul	0	0	0	0	0	0	0	0	21	3	12	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5	3	2	0	
Ago	13	4	6	0	0	0	0	0	21	12	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	5	24	0	
Set	5	3	2	0	26	6	15	0	81	22	46	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	19	40	2	14	14	7	0	
A.H.	1987/88				1988/89				1989/90				1990/91				1991/92				1992/93				1993/94				1994/95				
	Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec				
Out	130	28	75	6	61	12	35	1	161	32	98	10	112	24	63	6	90	21	53	4	42	13	23	0	143	33	83	9	35	14	16	0	
Nov	198	41	127	21	328	36	206	39	224	31	137	26	55	22	31	5	7	10	3	0	2	7	0	0	184	35	116	18	95	21	56	7	
Dez	313	27	196	46	7	27	4	1	473	34	305	78	91	20	50	9	80	13	48	6	174	15	106	15	2	15	0	0	53	15	29	4	
Jan	103	29	59	15	89	17	53	9	54	30	31	8	19	14	8	2	79	15	47	7	28	18	17	2	71	15	41	7	69	13	41	6	
Fev	65	38	36	8	70	23	40	8	9	38	5	1	137	25	81	16	15	16	8	1	42	22	22	5	99	21	58	11	74	21	47	7	
Mar	29	42	18	2	31	33	18	1	50	47	27	4	130	47	76	15	21	16	11	0	28	24	14	2	6	28	2	1	25	24	14	1	
Abr	19	28	8	0	101	43	60	7	105	46	61	7	92	43	54	6	32	23	17	2	54	20	28	2	23	20	11	0	24	14	13	0	
Mai	57	28	31	2	36	26	19	0	15	27	7	0	0	21	0	0	19	11	8	0	90	40	48	5	72	31	37	3	8	14	4	0	
Jun	70	23	39	2	0	10	0	0	0	3	0	0	20	10	11	0	13	12	7	0	0	14	0	0	0	11	0	0	1	2	0	0	
Jul	8	11	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	2	2	0	0	
Ago	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Set	0	0	0	0	63	21	38	1	7	1	3	0	9	2	3	0	26	5	15	0	17	6	6	0	11	3	5	0	5	2	2	0	
A.H.	1995/96				1996/97				1997/98				1998/99				1999/2000				2000/01				2001/02				2002/03				
	Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec				
Out	11	3	5	0	35	12	20	0	201	37	124	14	13	13	7	1	137	25	80	10	23	9	10	0	77	34	40	7	44	24	18	3	
Nov	202	22	121	16	23	9	9	0	320	48	198	42	19	7	11	0	54	17	32	3	93	17	53	6	34	15	18	2	128	19	72	12	
Dez	331	32	209	48	356	23	222	43	192	31	119	29	34	3	20	1	62	19	35	6	283	26	179	33	134	17	81	13	119	25	67	14	
Jan	314	30	192	60	154	30	96	26	89	28	54	12	74	13	43	7	71	16	40	8	159	30	93	26	75	21	43	9	79	24	44	11	
Fev	70	39	42	11	0	35	0	0	67	34	41	12	3	13	1	0	7	18	3	1	78	38	48	10	11	19	3	1	93	26	53	11	
Mar	173	66	107	23	0	29	0	0	12	31	5	0	96	28	54	8	43	21	21	2	154	56	92	20	113	35	63	11	49	38	24	4	
Abr	25	64	11	1	70	29	38	3	43	33	20	2	24	20	12	0	195	52	116	17	2	36	0	0	93	44	53	10	111	45	65	9	
Mai	94	51	52	5	64	30	35	2	54	29	28	1	28	24	13	1	100	55	58	7	32	24	16	0	7	19	1	0	11	28	5	0	
Jun	0	8	0	0	36	27	20	1	5	14	2	0	0	3	0	0	0	10	0	0	4	6	1	0	2	4	0	0	1	5	0	0	
Jul	0	1	0	0	4	4	2	0	0	1	0	0	18	5	10	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Ago	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Set	24	9	11	0	23	7	11	0	51	12	27	0	48	12	28	1	6	1	3	0	82	13	48	3	97	26	52	5	0	1	0	0	0
A.H.	2003/04				2004/05				2005/06				2006/07				2007/08				2008/09				Média								
	Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec				
Out	219	38	130	15	105	16	59	5	133	22	74	8	176	28	104	13	46	19	26	3	57	27	29	4	84	20	48	5					
Nov	104	31	60	11	18	19	6	1	172	31	105	17	174	39	102	21	68	11	40	4	29	11	15	2	112	22	67	11					
Dez	87	25	48	12	49	14	27	4	84	25	49	10	37	24	18	5	113	16	69	11	39	15	14	5	122	19	74	15					
Jan	20	16	6	3	3	8	0	0	72	21	39	10	27	14	10	3	63	22	33	9	95	17	47	12	79	19	46	11					
Fev	59	19	30	7	15	8	6	1	62	26	33	7	69	23	34	9	94	23	52	12	91	31	52	12	65	24	37	8					
Mar	43	30	21	3	32	16	12	2	108	41	64	11	22	27	10	1	25	33	13	1	42	33	22	4	51	33	28	5					
Abr	11	24	5	1	6	15	1	0	49	40	26	3	62	34	33	5	120	43	71	10	37	26	18	1	64	33	36	4					
Mai	27	21	9	0	17	11	6	0	0	17	0	0	31	24	16	1	42	33	16	0	4	16	0	0	34	27	17	1					
Jun	0	4	0	0	0	4	0	0	32	13	17	0	15	12	6	0	0	13	0	0	2	4	0	0	7	9	4	0					
Jul	0	0	0	0	4	2	1	0	4	5	1	0	0	2	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	2	2	1	0					
Ago	13	7	6	0	1	2	0	0	31	12	18	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	2	0					
Set	12	5	6	0	1	0	0	0	25	9	13	0	61	17	35	1	75	11	42	2	10	4	5	0	28	8	15	1					

Quadro 50 – Balanço hídrico sequencial diário da área do sistema aquífero Querença-Silves pertencente à sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30I/05HA – Quinta da Passagem – dados mensais (unidades mm/mês)

A.H.	1979/80				1980/81				1981/82				1982/83				1983/84				1984/85				1985/86				1986/87				
	Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec				
Out	265	42	20	167	33	13	2	16	16	9	1	7	20	12	1	10	68	10	5	35	36	14	2	17	0	0	0	0	31	14	2	15	
Nov	5	13	0	1	94	29	7	52	2	2	0	0	146	24	11	94	302	38	23	210	131	33	9	72	97	25	7	51	66	21	5	35	
Dez	8	4	0	3	0	3	0	0	178	15	13	111	29	14	2	13	107	24	8	69	104	25	8	67	95	21	7	54	28	13	2	13	
Jan	30	11	2	13	0	1	0	0	96	27	7	63	3	7	0	1	15	16	1	7	223	23	17	154	53	24	3	28	146	17	11	90	
Fev	85	18	6	47	44	7	3	22	45	25	3	22	88	17	6	49	18	11	1	8	149	23	11	102	165	24	12	109	140	29	10	91	
Mar	62	39	4	32	29	18	2	12	44	18	3	23	15	21	1	7	75	33	5	36	19	37	1	5	38	34	2	19	20	28	1	9	
Abr	105	40	8	57	49	27	3	22	65	41	4	29	93	29	6	46	106	40	7	56	74	40	5	36	73	36	5	36	62	36	4	29	
Mai	76	44	5	40	21	19	1	10	0	18	0	0	16	33	1	6	39	52	2	16	16	30	1	7	37	25	3	19	0	15	0	0	
Jun	0	16	0	0	3	5	0	1	0	6	0	0	2	9	0	0	5	18	0	1	0	13	0	0	0	13	0	0	0	6	0	0	
Jul	0	1	0	0	0	0	0	0	21	4	2	11	0	1	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	5	3	0	2	
Ago	13	4	1	5	0	0	0	0	21	11	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	8	3	21	
Set	5	3	0	2	26	9	2	13	81	28	6	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	25	5	36	14	12	1	6	
A.H.	1987/88				1988/89				1989/90				1990/91				1991/92				1992/93				1993/94				1994/95				
Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	
Out	130	36	9	66	61	17	4	31	161	44	12	88	112	34	7	56	90	29	6	47	42	16	3	20	143	41	10	78	35	17	2	14	
Nov	198	33	16	139	328	31	26	225	224	31	17	148	55	27	4	27	7	8	0	2	2	6	0	0	184	36	14	116	95	27	7	52	
Dez	313	23	24	229	7	19	0	4	473	27	38	373	91	25	6	49	80	18	6	45	174	17	13	111	2	13	0	0	53	21	3	26	
Jan	103	23	7	65	89	18	6	50	54	21	4	35	19	17	1	7	79	20	6	46	28	15	2	15	71	19	5	39	69	16	5	37	
Fev	65	32	4	36	70	27	5	37	9	18	1	5	137	28	10	83	15	16	1	7	42	26	3	21	99	27	7	54	74	26	6	46	
Mar	29	31	2	16	31	33	2	15	50	31	3	24	130	46	9	77	21	10	1	10	28	22	2	12	6	26	0	2	25	19	2	13	
Abr	19	28	1	7	101	49	7	54	105	52	7	54	92	45	6	48	32	24	2	14	54	22	3	25	23	20	1	9	24	12	2	11	
Mai	57	42	4	28	36	30	2	17	15	39	1	6	0	19	0	0	19	11	1	7	90	47	6	43	72	37	4	33	8	14	0	3	
Jun	70	35	5	34	0	14	0	0	0	14	0	0	20	14	1	10	13	12	1	6	0	14	0	0	0	11	0	0	1	4	0	0	
Jul	8	11	0	4	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	2	0	0	2	2	0	0	
Ago	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Set	0	0	0	0	63	22	5	34	7	2	0	2	9	3	0	3	26	7	2	14	17	8	1	5	11	4	1	4	5	2	0	2	
A.H.	1995/96				1996/97				1997/98				1998/99				1999/2000				2000/01				2001/02				2002/03				
Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	
Out	11	4	1	4	35	13	2	18	201	47	15	117	13	10	1	6	137	33	10	74	23	12	1	9	77	41	5	35	44	27	2	15	
Nov	202	31	15	122	23	12	1	8	320	41	25	220	19	7	1	10	54	18	4	29	93	26	6	47	34	16	2	16	128	25	9	70	
Dez	331	27	26	244	356	21	28	248	192	26	15	138	34	2	2	18	62	24	4	35	283	26	22	199	134	19	10	83	119	26	8	73	
Jan	314	24	24	253	154	23	12	116	89	23	7	58	74	21	5	41	71	20	5	38	159	24	11	111	75	22	5	45	79	23	5	49	
Fev	70	28	5	50	0	15	0	0	67	25	5	51	3	13	0	1	7	19	0	3	78	27	6	52	11	19	0	3	93	25	6	54	
Mar	173	44	13	120	0	14	0	0	12	18	1	5	96	33	6	50	43	21	2	19	154	44	11	99	113	42	7	58	49	38	3	21	
Abr	25	37	1	9	70	38	4	34	43	40	2	17	24	17	1	11	195	64	14	108	2	27	0	0	93	47	6	51	111	52	8	60	
Mai	94	67	6	46	64	41	4	31	54	41	3	24	28	24	1	11	100	57	7	52	32	37	2	14	7	19	0	1	11	28	1	5	
Jun	0	17	0	0	36	33	2	17	5	20	0	2	0	3	0	0	0	10	0	0	4	13	0	1	2	6	0	0	1	9	0	0	
Jul	0	2	0	0	4	5	0	1	0	2	0	0	18	5	1	9	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	
Ago	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	
Set	24	11	1	9	23	9	1	10	51	18	3	24	48	16	3	25	6	1	0	2	82	19	6	43	97	36	6	47	0	1	0	0	
A.H.	2003/04				2004/05				2005/06				2006/07				2007/08				2008/09				Média								
Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	
Out	219	51	16	121	105	24	7	53	133	32	9	68	176	35	13	104	46	21	3	23	57	33	3	25	84	24	6	45					
Nov	104	38	7	59	18	23	1	6	172	32	13	111	174	40	12	106	68	15	5	36	29	11	2	13	112	24	8	69					
Dez	87	26	6	53	49	20	3	24	84	24	6	50	37	24	2	21	113	19	8	72	39	23	2	12	122	20	9	81					
Jan	20	17	1	5	3	6	0	0	72	22	5	41	27	12	1	9	63	23	4	35	95	22	6	49	79	19	6	50					
Fev	59	21	3	28	15	8	1	5	62	28	4	31	69	29	4	33	94	25	6	53	91	28	6	60	65	22	4	39					
Mar	43	33	2	18	32	19	1	10	108	45	8	61	22	26	1	8	25	31	1	11	42	28	3	20	51	30	3	27					
Abr	11	21	1	4	6	12	0	1	49	41	3	22	62	40	4	29	120	50	8	64	37	27	2	15	64	35	4	32					
Mai	27	24	1	8	17	10	1	6	0	19	0	0	31	27	2	14	42	35	2	14	4	16	0	0	34	31	2	15					
Jun	0	5	0	0	0	4	0	0	32	17	2	16	15	14	1	6	0	12	0	0	2	6	0	0	7	12	0	3					
Jul	0	1	0	0	4	2	0	1	4	6	0	1	0	2	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	2	2	0	1					
Ago	13	6	1	6	1	2	0	0	31	11	2	16	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	0	2					
Set	12	6	1	6	1	1	0	0	25	11	2	11	61	21	4	31	75	16	5	38	10	5	1	4	28	10	2	14					

Quadro 51 – Balanço hídrico sequencial diário da área da sub-bacia hidrográfica da estação hidrométrica 30I/02HA – Ponte ribeira do rio Seco – dados mensais (unidades mm/mês)

A.H.	1979/80				1980/81				1981/82				1982/83				1983/84				1984/85				1985/86				1986/87				
	Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec
Out	265	41	167	23	33	9	19	0	16	10	9	0	20	15	11	0	68	5	41	2	36	10	20	0	0	0	0	0	31	14	18	1	
Nov	5	20	1	0	94	21	58	7	2	2	0	0	146	23	96	11	302	43	197	33	131	23	78	11	97	15	59	4	66	14	41	5	
Dez	8	6	3	0	0	7	0	0	178	10	110	15	29	12	16	2	107	31	68	12	104	24	67	10	95	14	59	9	28	11	15	1	
Jan	30	7	15	2	0	3	0	0	96	30	60	11	3	8	1	0	15	19	8	1	223	24	147	24	53	20	29	6	146	14	91	14	
Fev	85	13	55	7	44	4	26	0	45	24	27	4	88	13	53	8	18	15	10	0	149	30	91	20	165	25	102	20	140	31	87	16	
Mar	62	28	37	5	29	13	15	2	44	23	27	1	15	21	8	0	75	24	43	8	19	50	7	1	38	41	22	3	20	34	11	0	
Abr	105	31	68	7	49	22	27	3	65	29	36	5	93	20	55	7	106	31	65	8	74	30	43	5	73	30	43	4	62	28	36	4	
Mai	76	34	47	3	21	20	13	0	0	17	0	0	16	28	7	1	39	37	19	1	16	21	9	0	37	19	22	1	0	13	0	0	
Jun	0	14	0	0	3	4	1	0	0	1	0	0	2	6	1	0	5	11	2	0	0	7	0	0	0	10	0	0	1	0	0	0	
Jul	0	0	0	0	0	0	0	0	21	2	13	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5	2	2	0	
Ago	13	4	7	0	0	0	0	0	21	12	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	4	25	0	
Set	5	3	2	0	26	5	15	0	81	20	49	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	17	42	2	14	14	7	0	
A.H.	1987/88				1988/89				1989/90				1990/91				1991/92				1992/93				1993/94				1994/95				
Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	
Out	130	26	79	6	61	11	37	0	161	29	103	10	112	21	66	6	90	19	56	3	42	12	24	0	143	31	87	9	35	13	17	0	
Nov	198	40	134	19	328	36	216	34	224	30	144	23	55	20	32	5	7	10	3	0	2	7	0	0	184	33	122	17	95	19	59	7	
Dez	313	27	206	38	7	26	4	1	473	34	319	64	91	19	53	10	80	12	51	6	174	14	111	15	2	14	0	0	53	14	31	5	
Jan	103	29	63	14	89	17	56	8	54	30	32	7	19	13	9	2	79	14	50	7	28	17	18	2	71	14	43	7	69	13	43	6	
Fev	65	38	38	8	70	21	42	8	9	39	5	1	137	24	85	15	15	15	8	1	42	21	24	5	99	19	61	10	74	20	49	7	
Mar	29	38	19	2	31	29	19	0	50	45	28	4	130	45	80	14	21	14	12	0	28	22	15	2	6	25	3	1	25	21	15	1	
Abr	19	22	9	0	101	37	63	6	105	39	64	7	92	38	57	6	32	20	18	2	54	17	30	2	23	16	11	0	24	12	13	0	
Mai	57	24	33	1	36	22	20	0	15	24	7	0	0	17	0	0	19	10	9	0	90	37	52	5	72	29	39	3	8	13	4	0	
Jun	70	21	41	2	0	9	0	0	0	2	0	0	20	9	11	0	13	11	7	0	0	13	0	0	0	10	0	0	1	2	0	0	
Jul	8	12	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	2	2	0	0	
Ago	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Set	0	0	0	0	63	20	40	1	7	1	3	0	9	1	4	0	26	4	16	0	17	5	6	0	11	3	5	0	5	2	2	0	
A.H.	1995/96				1996/97				1997/98				1998/99				1999/2000				2000/01				2001/02				2002/03				
Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	
Out	11	3	5	0	35	11	22	0	201	35	130	15	13	12	7	1	137	24	84	10	23	8	11	0	77	31	42	7	44	22	19	4	
Nov	202	20	127	16	23	8	10	0	320	48	207	36	19	6	12	0	54	16	34	3	93	15	56	6	34	14	19	2	128	18	76	13	
Dez	331	33	219	40	356	23	233	38	192	31	125	25	34	3	21	1	62	18	37	6	283	26	188	29	134	16	85	13	119	25	71	14	
Jan	314	30	202	50	154	30	100	22	89	28	57	11	74	12	45	8	71	15	42	8	159	30	97	22	75	20	45	8	79	23	46	10	
Fev	70	39	44	10	0	36	0	0	67	33	43	10	3	12	1	0	7	17	3	1	78	38	50	9	11	18	3	1	93	25	56	10	
Mar	173	66	112	20	0	27	0	0	12	27	5	0	96	26	57	8	43	18	23	2	154	54	97	17	113	32	67	11	49	34	26	4	
Abr	25	59	12	1	70	25	40	2	43	27	21	2	24	18	13	0	195	48	122	17	2	30	0	0	93	40	56	10	111	40	69	9	
Mai	94	45	55	6	64	27	37	2	54	26	30	0	28	22	14	1	100	49	61	7	32	21	17	0	7	16	2	0	11	24	6	0	
Jun	0	7	0	0	36	25	21	1	5	14	2	0	0	3	0	0	0	8	0	0	0	4	5	1	0	2	3	0	1	4	0	0	
Jul	0	0	0	0	4	4	2	0	0	1	0	0	18	4	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Ago	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	
Set	24	8	11	0	23	6	12	0	51	10	28	0	48	11	29	0	6	1	3	0	82	11	51	2	97	23	55	4	0	1	0	0	
A.H.	2003/04				2004/05				2005/06				2006/07				2007/08				2008/09				Média								
Mês	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	P	ET	Ed	Rec	
Out	219	35	137	15	105	14	63	5	133	20	79	8	176	27	110	13	46	17	27	3	57	25	31	4	84	18	51	5					
Nov	104	29	63	11	18	17	7	2	172	29	111	17	174	38	107	19	68	10	42	4	29	11	16	2	112	21	71	10					
Dez	87	24	50	11	49	13	29	5	84	24	51	9	37	23	19	5	113	15	73	11	39	13	14	6	122	19	78	13					
Jan	20	15	6	3	3	7	0	0	72	20	41	9	27	13	11	4	63	21	34	8	95	16	50	13	79	18	48	10					
Fev	59	18	32	7	15	7	6	1	62	25	34	7	69	22	36	9	94	22	55	11	91	31	54	11	65	23	39	7					
Mar	43	27	22	3	32	15	13	3	108	38	67	10	22	24	10	1	25	30	13	1	42	30	24	4	51	31	30	4					
Abr	11	20	6	1	6	14	1	0	49	35	27	3	62	29	35	5	120	38	75	10	37	22	19	1	64	29	38	4					
Mai	27	20	10	0	17	11	7	0	0	14	0	0	31	21	17	1	42	29	17	0	4	15	0	0	34	23	18	1					
Jun	0	3	0	0	0	4	0	0	32	12	18	0	15	11	7	0	0	12	0	0	2	4	0	0	7	8	4	0					
Jul	0	0	0	0	4	2	1	0	4	5	1	0	0	2	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	2	2	1	0					
Ago	13	6	7	0	1	2	0	0	31	11	18	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	2	0					
Set	12	5	7	0	1	0	0	0	25	8	14	0	61	16	37	0	75	10	45	2	10	4	5	0	28	7	16	0					

