



Gravity Intuition



Herdade do Arade, Portimão

Núcleo de Desenvolvimento Económico (NDE)

Estudo Prévio (Revisão B)

Parte 9 – Análise das Disponibilidades Hídricas da
Albufeira Principal

JUNHO / 2022

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

HISTÓRICO DO DOCUMENTO

Versão n.º	Data	Técnico Responsável	Descrição
B	jun 2022	Raquel Lourenço	Revisão dos consumos de água e das simulações da exploração da albufeira
A	jan 2022	Raquel Lourenço	Revisão dos consumos de água e das simulações da exploração da albufeira
0	set 2020	Raquel Lourenço	Emissão base

ÍNDICE GERAL

OBRAS DE URBANIZAÇÃO DO NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO ECONÓMICO

Parte 1 – Infraestruturas Rodoviárias

Parte 2 – Infraestruturas de Abastecimento de Água Potável

Parte 3 – Sistema de Abastecimento de Água Não Potável

Parte 4 – Infraestruturas de Drenagem de Águas Residuais Domésticas

Parte 5 – Infraestruturas de Drenagem de Águas Pluviais

Parte 6 – Infraestruturas de Alimentação Eléctrica

Parte 7 – Infraestruturas de Telecomunicações

Parte 8 – Infraestruturas de Abastecimento de Gás

Parte 9 – Análise das Disponibilidades Hídricas da Albufeira Principal

Parte 10 – Tratamento das Águas Residuais e Reutilização

Parte 11 – Nós de Acesso com a EN124 (Ligação à Estrutura Rodoviária Existente)

Parte 12 – Rede de Rega da Exploração Agrícola

Parte 13 – Sistema de Recolha de Resíduos Sólidos Urbanos

ÍNDICE

1 INTRODUÇÃO	1
2 ESTUDO HIDROLÓGICO	3
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA.....	3
2.2 SELEÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE POSTOS PLUVIOMÉTRICOS, DE ESTAÇÕES HIDROMÉTRICAS E DE ESTAÇÕES CLIMATOLÓGICAS.....	3
2.3 AVALIAÇÃO DOS ESCOAMENTOS NA SECÇÃO TERMINAL DA BACIA.....	4
2.3.1 Precipitações Ponderadas	4
2.3.1.1 Bacia Hidrográfica da E.H. de Vidigal	4
2.3.1.2 Bacia Hidrográfica dominada pela barragem do Morgado de Arge	8
2.3.2 escoamentos Registados na Estação Hidrométrica	10
2.3.3 Correlação Precipitação-Escoamento.....	13
2.3.4 Avaliação de escoamentos Mensais e Anuais Afluentes à Albufeira da Barragem do Morgado de Arge	15
2.4 AVALIAÇÃO DAS EVAPORAÇÕES NA ALBUFEIRA	21
3 ESTUDO DA EXPLORAÇÃO DA ALBUFEIRA	28
3.1 OBJETIVOS	28
3.2 CURVAS DE ÁREAS INUNDADAS E DE VOLUMES ARMAZENADOS	28
3.3 VOLUME ÚTIL E VOLUME MORTO.....	30
3.4 SIMULAÇÃO DA EXPLORAÇÃO DA ALBUFEIRA DA BARRAGEM DO MORGADO DE ARGE.....	30
3.4.1 Considerações Prévias.....	30
3.4.2 Afluências à Albufeira.....	31
3.4.3 Volumes Evaporados	31
3.4.4 Caudais para Rega.....	32
3.4.5 Critérios Adotados para a Exploração da Albufeira	34
3.4.6 Resultados das Simulações	35

DESENHOS

1 – 20038-EP-GER-DES-001-01-B – Esboço Corográfico e Planta de Localização.

2 – 20038-EP-BAR-DES-002-01-0 – Localização da Barragem e Bacia hidrográfica, Postos Pluviométricos, Estações Climatológicas e Estações Hidrométricas.



1 INTRODUÇÃO

O presente volume refere-se ao estudo de avaliação das disponibilidades hídricas da barragem do Morgado de Arge, já existente (infraestrutura construída em 1974), inserida na Herdade do Arade e que fica localizada na Freguesia e Concelho de Portimão, no barranco do Coelho, na bacia hidrográfica do rio Arade.

A barragem do Morgado de Arge tem uma bacia hidrográfica de 2,1 km² e uma albufeira com 14,3 ha de área (área inundada ao NPA), que constitui a albufeira principal da Herdade do Arade. Na Herdade, para além desta albufeira, existem mais 6 pequenas lagoas, porém, com bacias drenantes muito reduzidas (da ordem de 0,10 km²), cujas finalidades são o abeberamento animal e as atividades turísticas e desportivas.

Visando o Uso Eficiente da Água, é analisada a hipótese de utilização da albufeira da barragem do Morgado de Arge como origem de água principal para a rega dos espaços verdes do empreendimento. É também pretensão utilizar a albufeira da barragem do Morgado de Arge para atividades turísticas e desportivas. Assim, será também analisada a variação dos níveis de água na albufeira associada ao seu uso para rega.

Embora, a barragem esteja construída desde 1974 e tenha ocorrido o seu enchimento, a mesma não tem estado em exploração.

Recentemente foi submetido à APA o requerimento de pedido de utilização de recursos hídricos da barragem do Morgado de Arge, tendo a respetiva Licença de Utilização dos Recursos Hídricos sido emitida a 2020/09/16 (Processo n.º: 450.10.08.014347.2018.RH8/ Utilização n.º: L013850.2018.RH8), para as finalidades de abastecimento privado, abeberamento animal e atividades turísticas e desportivas.

No âmbito do presente documento será assim apresentado o estudo de avaliação das disponibilidades hídricas da albufeira da barragem do Morgado de Arge, visando avaliar se a albufeira tem a suficiente disponibilidade hídrica para assegurar o fornecimento dos volumes de água necessários para a rega dos espaços verdes do empreendimento com uma taxa de garantia adequada. A taxa de garantia do fornecimento dos volumes de água necessários terá que ser de 100%.

Atendendo à presença das restantes atividades na albufeira, nomeadamente das atividades turísticas e desportivas, neste estudo será também efetuada a avaliação da variação dos níveis na albufeira.



Quanto à organização do estudo, no Capítulo 1 encontra-se a presente introdução.

O estudo hidrológico é apresentado no Capítulo 2, compreendendo a caracterização da bacia hidrográfica dominada pela Barragem do Morgado de Arge, a avaliação das precipitações sobre a bacia da barragem, a avaliação dos escoamentos mensais e anuais afluentes à albufeira da barragem do Morgado de Arge e a avaliação das evaporações na albufeira.

O estudo da exploração da albufeira da barragem do Morgado de Arge é apresentado no Capítulo 3, onde se definem o NPA, o NME e os volumes útil e morto da barragem, os vários consumos previstos e são apresentados os resultados das várias simulações da exploração da albufeira, incluindo as garantias de fornecimento e a variação dos níveis na albufeira.

De destacar que as simulações foram efetuadas admitindo que a partir da albufeira será disponibilizada unicamente água para rega dos espaços públicos e privados considerados no âmbito do Projecto de Paisagismo.

De referir que a barragem do Morgado de Arge não está equipada com descarga de caudal ecológico.

No respetivo título de utilização de recursos hídricos a APA não efetuou recomendações quanto ao estabelecimento de caudais ecológicos.

Assim, no presente estudo as simulações da exploração da albufeira foram conduzidas sem se considerar caudais ecológicos. Porém, caso a APA faça futuramente recomendações no sentido do estabelecimento de caudais ecológicos será necessário reavaliarem-se os resultados do presente estudo.

No Desenho 20038-EP-GER-DES-001-01-B apresenta-se a localização da Herdade do Arade no Esboço Corográfico e Planta de Localização.

2 ESTUDO HIDROLÓGICO

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA

A barragem do Morgado de Arge fica implantada no barranco do Coelho, um afluente da margem esquerda da ribeira de Boina, na bacia hidrográfica do rio Arade.

No Desenho 20038-EP-BAR-DES-002-01-0 apresenta-se a localização e a delimitação da bacia hidrográfica dominada pela barragem do Morgado de Arge sobre extrato da carta militar nº 594.

As principais características da bacia dominada pela barragem do Morgado de Arge apresentam-se no Quadro 1.

Quadro 1 – Características da bacia hidrográfica da barragem do Morgado de Arge

Área (km ²)	2,1
Comprimento da linha de água principal (m)	2392
Altitude mínima	7,67
Altitude máxima	87
Declive médio da linha de água principal (-)	0,0332

2.2 SELEÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE POSTOS PLUVIOMÉTRICOS, DE ESTAÇÕES HIDROMÉTRICAS E DE ESTAÇÕES CLIMATOLÓGICAS

Para a realização do Estudo Hidrológico foram consultados os dados disponíveis no SNIRH relativos aos postos pluviométricos, às estações climatológicas e às estações hidrométricas na proximidade da zona em estudo, cuja localização se apresenta no Desenho 20038-EP-BAR-DES-002-01-0.

Seguidamente, identificam-se os postos pluviométricos e estações climatológicas que foram estudados, as suas localizações e os períodos em que há registos de precipitações nos mesmos.

Quadro 2 – Postos Udométricos e Estações Climatológicas

Posto	Designação	Localização		Altitude	Período de observação	Tipo
		Latitude (°N)	Longitude (°W)		(anos)	
Marmelete	30E/02UG	37.311	-8.671	351	1959/60 a 2018/19	udométrica
Mexilhoeira Grande	31F/02UG	37.163	-8.615	52	1980/81 a 2006/07	udométrica
Vidigal	30F/05C	37.206	-8.602	45	1946/47 a 2015/16	climatológica

Posto	Designação	Localização		Altitude	Período de observação	Tipo
		Latitude (°N)	Longitude (°W)		(anos)	
Monchique	30F/01C	37.323	-8.595	792	1932/33 a 2015/16	climatológica
Porches	31G/02UG	37.132	-8.394	58	1979/80 a 2015/16	udométrica
Barragem do Arade	30G/03C	37.238	-8.375	58	1950/51 a 2005/06	climatológica

No que respeita às estações hidrométricas, foi estudada a estação de Vidigal, localizada na ribeira do Farelo, na bacia das ribeiras do Algarve, cujas características se apresentam no Quadro 3.

Quadro 3 – Estações Hidrométricas

Posto	Designação	Localização		Altitude	Área	Período de observação
		Latitude (°N)	Longitude (°W)		(km²)	(anos)
Vidigal	30F/02H	37.204	-8.606	27	18.58	1933/34 a 2015/16

Decidiu-se utilizar esta estação hidrométrica devido à sua proximidade relativamente à zona em estudo e a dispor de um elevado número de anos com registos dos escoamentos, completos.

2.3 AVALIAÇÃO DOS ESCOAMENTOS NA SECÇÃO TERMINAL DA BACIA

2.3.1 Precipitações Ponderadas

2.3.1.1 Bacia Hidrográfica da E.H. de Vidigal

Para determinar as precipitações sobre a bacia hidrográfica da E.H. de Vidigal, foram utilizados os dados dos postos pluviométricos de Vidigal e de Monchique.

No Quadro 4 listam-se as séries de precipitações anuais disponibilizadas no SNIRH para esses postos pluviométricos.

No Quadro 5 são indicadas as áreas de influência de cada um dos postos na bacia da estação hidrométrica de Vidigal, que foram determinadas pelo traçado dos polígonos de Thiessen (ver Desenho 20038-EP-BAR-DES-002-01-0). Multiplicando as precipitações de cada um dos postos pela respetiva

área de influência, foram assim calculadas, através do método de Thiessen, as precipitações ponderadas sobre a bacia apresentadas no Quadro 4.

De notar que, para determinar a precipitação média anual ponderada na bacia hidrográfica da E.H. de Vidigal, selecionou-se o maior número de anos dispondo simultaneamente de registos das precipitações mensais e anuais e dos escoamentos mensais e anuais na E.H. de Vidigal, considerando apenas os anos com registos completos. Selecionou-se, assim, o período de 31 anos entre 1946/47 a 1947/48, entre 1949/50 a 1950/51, entre 1952/53 a 1963/64, entre 1975/76 a 1976/77, entre 1980/81 a 1989/90, 1992/93, 2004/05 e 2006/07, o qual é estatisticamente significativo.

Quadro 4 – Séries das precipitações anuais nos postos pluviométricos e das precipitações anuais ponderadas na EH de Vidigal

Ano hidrológico	Precipitações anuais nos postos pluviométricos (mm)		Precipitações anuais ponderadas sobre a bacia da EH de Vidigal (mm)
	30F/05C Vidigal	30F/01C Monchique	
1932/33	-	1170,8	
1933/34	-	965,9	
1934/35	-	680,7	
1935/36	-	1797,1	
1936/37	-	1482,1	
1937/38	-	1224,5	
1938/39	-	1232,9	
1939/40	-	1489,2	
1940/41	-	1910,5	
1941/42	-	1316,0	
1942/43	-	1224,3	
1943/44	-	739,0	
1944/45	-	430,8	
1945/46	-	1525,8	
1946/47	783,5	1661,1	981,2
1947/48	664,9	1250,0	796,7
1948/49	431,3	-	
1949/50	651,9	1134,3	760,5
1950/51	556,6	1238,1	710,1
1951/52	788,6	1644,9	981,5
1952/53	484,1	919,1	582,1
1953/54	676,4	1268,9	809,8
1954/55	592,9	1058,2	697,7
1955/56	865,6	1810,5	1078,4
1956/57	432,0	857,9	527,9
1957/58	468,0	1062,7	601,9
1958/59	748,5	1537,4	926,2



Ano hidrológico	Precipitações anuais nos postos pluviométricos (mm)		Precipitações anuais ponderadas sobre a bacia da EH de Vidigal (mm)
	30F/05C Vidigal	30F/01C Monchique	
1959/60	699,6	1825,2	953,1
1960/61	505,4	1232,3	669,1
1961/62	568,4	1233,7	718,2
1962/63	915,6	2048,1	1170,7
1963/64	774,8	1736,1	991,3
1964/65	422,4	888,1	527,3
1965/66	675,0	1435,2	846,2
1966/67	330,5	847,0	446,8
1967/68	523,3	976,0	625,3
1968/69	1009,2	2024,3	1237,8
1969/70	812,5	-	
1970/71	612,7	1281,6	763,4
1971/72	600,7	1183,0	731,8
1972/73	453,0	1222,6	626,3
1973/74	410,5	1029,4	549,9
1974/75	368,6	839,8	474,7
1975/76	626,4	1189,0	753,1
1976/77	616,9	1520,8	820,5
1977/78	794,0	1696,3	997,2
1978/79	785,0	1819,1	1017,9
1979/80	671,3	1212,5	793,2
1980/81	289,1	681,9	377,6
1981/82	400,4	917,6	516,9
1982/83	299,4	735,0	397,5
1983/84	620,1	1218,5	754,9
1984/85	753,6	1551,8	933,4
1985/86	571,7	1356,4	748,4
1986/87	676,6	1218,0	798,5
1987/88	757,3	1543,0	934,3
1988/89	821,6	1365,8	944,2
1989/90	848,5	2039,7	1116,8
1990/91	347,9	1177,1	534,7
1991/92	374,2	659,8	438,5
1992/93	587,4	899,0	657,6
1993/94	559,2	-	
1994/95	303,7	-	
1995/96	1049,9	1866,0	1233,7
1996/97	772,4	1400,9	914,0
1997/98	878,5	2001,4	1131,4
1998/99	296,9	-	

Ano hidrológico	Precipitações anuais nos postos pluviométricos (mm)		Precipitações anuais ponderadas sobre a bacia da EH de Vidigal (mm)
	30F/05C Vidigal	30F/01C Monchique	
1999/00	695,0	-	
2000/01	-	-	
2001/02	-	900,2	
2002/03	-	960,6	
2003/04	-	819,5	
2004/05	266,4	470,7	312,4
2005/06	-	1304,2	
2006/07	617,3	1153,4	738,0
2007/08	-	1190,5	
2008/09	-	917,6	
2009/10		1677,3	
2010/11	-	1331,0	
2011/12	-	745,2	
2012/13	-	121,2	
2014/15	-	745,0	
2015/16	497,2	981,8	606,3
média de todo o período de observ. do posto	607,1	1234,5	769,7
média (31 anos, entre 1946/47 a 1947/48, entre 1949/50 a 1950/51, entre 1952/53 a 1963/64, entre 1975/76 a 1976/77, entre 1980/81 a 1989/90, 1992/93, 2004/05 e 2006/07) (*)	617,4	1281,7	767,1

(*) – período com registos em simultâneo quer das precipitações mensais e anuais, quer dos escoamentos mensais e anuais

Quadro 5 – Áreas de influência dos postos pluviométricos

Postos pluviométricos	30F/05C Vidigal	30F/01C Monchique
Área de influência (%)	77,5	22,5

A precipitação média anual ponderada na bacia hidrográfica da E.H. de Vidigal, determinada pelo método dos polígonos de Thiessen para o período de 31 anos (entre 1946/47 a 1947/48, entre 1949/50 a 1950/51, entre 1952/53 a 1963/64, entre 1975/76 a 1976/77, entre 1980/81 a 1989/90, 1992/93, 2004/05 e 2006/07) é, pois, de aproximadamente 767,1 mm – Quadro 4.

2.3.1.2 Bacia Hidrográfica dominada pela barragem do Morgado de Arge

Para determinar as precipitações sobre a bacia hidrográfica da barragem do Morgado de Arge utilizou-se apenas o posto pluviométrico de Vidigal, localizado na proximidade desta e, que, através do traçado dos polígonos de Thiessen, verifica-se ser o único posto com influência sobre essa bacia – ver Desenho 20038-EP-BAR-DES-002-01-0 e Quadro 7.

No Quadro 6 lista-se a série de precipitações anuais disponibilizada no SNIRH para o referido posto pluviométrico.

Quadro 6 – Série das precipitações anuais no posto pluviométrico e das precipitações anuais na bacia da barragem do Morgado de Arge

Ano hidrológico	Precipitações anuais nos postos pluviométricos (mm)	Precipitações sobre a bacia da barragem do Morgado de Arge (mm)
	30F/05C Vidigal	
1946/47	783,5	783,5
1947/48	664,9	664,9
1948/49	431,3	431,3
1949/50	651,9	651,9
1950/51	556,6	556,6
1951/52	788,6	788,6
1952/53	484,1	484,1
1953/54	676,4	676,4
1954/55	592,9	592,9
1955/56	865,6	865,6
1956/57	432,0	432,0
1957/58	468,0	468,0
1958/59	748,5	748,5
1959/60	699,6	699,6
1960/61	505,4	505,4
1961/62	568,4	568,4
1962/63	915,6	915,6
1963/64	774,8	774,8
1964/65	422,4	422,4
1965/66	675,0	675,0
1966/67	330,5	330,5
1967/68	523,3	523,3
1968/69	1009,2	1009,2
1969/70	812,5	812,5
1970/71	612,7	612,7
1971/72	600,7	600,7

Ano hidrológico	Precipitações anuais nos postos pluviométricos (mm)	Precipitações sobre a bacia da barragem do Morgado de Arge (mm)
	30F/05C Vidigal	
1972/73	453,0	453,0
1973/74	410,5	410,5
1974/75	368,6	368,6
1975/76	626,4	626,4
1976/77	616,9	616,9
1977/78	794,0	794,0
1978/79	785,0	785,0
1979/80	671,3	671,3
1980/81	289,1	289,1
1981/82	400,4	400,4
1982/83	299,4	299,4
1983/84	620,1	620,1
1984/85	753,6	753,6
1985/86	571,7	571,7
1986/87	676,6	676,6
1987/88	757,3	757,3
1988/89	821,6	821,6
1989/90	848,5	848,5
1990/91	347,9	347,9
1991/92	374,2	374,2
1992/93	587,4	587,4
1993/94	559,2	559,2
1994/95	303,7	303,7
1995/96	1049,9	1049,9
1996/97	772,4	772,4
1997/98	878,5	878,5
1998/99	296,9	296,9
1999/00	695,0	695,0
2000/01	-	-
2001/02	-	-
2002/03	-	-
2003/04	-	-
2004/05	266,4	266,4
2005/06	-	-
2006/07	617,3	617,3
2007/08	-	-
2008/09	-	-
2009/10		

Ano hidrológico	Precipitações anuais nos postos pluviométricos (mm)	Precipitações sobre a bacia da barragem do Morgado de Arge (mm)
	30F/05C Vidigal	
2010/11	-	-
2011/12	-	-
2012/13	-	-
2014/15	-	-
2015/16	497,2	497,2
média de todo o período de observ. do posto	607,1	
média (31 anos, entre 1946/47 a 1947/48, entre 1949/50 a 1950/51, entre 1952/53 a 1963/64, entre 1975/76 a 1976/77, entre 1980/81 a 1989/90, 1992/93, 2004/05 e 2006/07) (*)	617,4	617,4

(*) – período com registos em simultâneo quer das precipitações mensais e anuais, quer dos escoamentos mensais e anuais

Quadro 7 – Áreas de influência dos postos pluviométricos

Postos pluviométricos	30F/05C Vidigal
Área de influência (%)	100

Para o cálculo da precipitação média anual na bacia da barragem do Morgado de Arge no âmbito do presente estudo, selecionou-se o mesmo período que foi considerado no cálculo da precipitação média anual ponderada na bacia da E.H. de Vidigal, nomeadamente o período de 31 anos entre 1946/47 a 1947/48, entre 1949/50 a 1950/51, entre 1952/53 a 1963/64, entre 1975/76 a 1976/77, entre 1980/81 a 1989/90, 1992/93, 2004/05 e 2006/07.

A precipitação média anual na bacia hidrográfica da barragem do Morgado de Arge obtida para o período de 31 anos selecionado (com registos em simultâneo das precipitações mensais e anuais e dos escoamentos mensais e anuais) foi assim de 617,4 mm – Quadro 6.

2.3.2 Escoamentos Registados na Estação Hidrométrica

Com base na série de escoamentos mensais disponibilizada no SNIRH para a estação hidrométrica de Vidigal, dominando uma área de bacia de 18,58 km², calcularam-se, para os anos com registos completos, os escoamentos anuais indicados no Quadro 8.

Quadro 8 – Série de escoamentos mensais na estação hidrométrica de Vidigal e escoamentos anuais no período de 31 anos com registos completos

Ano hidrológico	Escoamentos mensais (dam ³)												Escoamentos anuais	
	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	(dam ³)	(mm)
1933/34	-	-	-	72	31	-	-	56	0	0	0	0		
1934/35	0	0	292	35	15	28	1	0	0	0	0	0		
1935/36	0	0	44	-	-	-	-	210	39	1	0	0		
1936/37	0	30	51	-	-	-	213	44	1	0	0	0		
1937/38	3	232	-	130	-	-	87	-	1	0	0	0		
1938/39	0	1	295	1125	537	71	95	7	0	0	0	0		
1939/40	306	212	515	-	1135	1066	235	92	8	0	0	0		
1940/41	10	48	22	1251	2054	1244	1182	445	111	14	0	0		
1941/42	0	171	58	382	245	909	977	269	31	1	0	0		
1942/43	152	556	1616	1569	304	1082	267	55	0	0	0	0		
1943/44	21	15	131	31	42	232	63	29	0	0	0	0		
1944/45	0	25	36	99	10	0	0	0	0	0	0	0		
1945/46	138	1082	934	297	67	378	483	1206	37	0	0	0		
1946/47	0	42	30	247	3602	3404	715	127	12	0	0	0	8179	440
1947/48	12	84	280	1351	1197	295	194	490	39	0	0	0	3942	212
1948/49	0	7	514	232	28	35	39	1	0	0	0	10		
1949/50	0	936	1671	950	418	108	29	85	3	0	0	0	4200	226
1950/51	46	12	245	1014	1417	1262	189	86	17	0	0	30	4318	232
1951/52	0	326	886	187	180	-	556	230	190	2	0	13		
1952/53	162	60	246	679	634	492	435	76	0	0	0	0	2784	150
1953/54	118	240	2546	170	411	1704	244	79	4	0	0	0	5516	297
1954/55	0	46	37	486	957	1021	123	26	1	0	0	0	2697	145
1955/56	37	1182	1023	2390	375	2264	639	138	26	1	0	1	8076	435
1956/57	315	20	54	72	67	229	52	99	1	0	0	0	909	49
1957/58	0	63	254	1272	229	198	206	11	0	0	0	0	2233	120
1958/59	0	0	3454	474	996	1025	186	161	18	0	0	0	6314	340
1959/60	2	299	743	890	1982	2673	364	177	17	0	0	0	7147	385
1960/61	407	323	325	323	135	114	106	15	10	0	0	0	1758	95
1961/62	0	287	1094	1044	109	1253	138	29	1	0	0	0	3955	213
1962/63	8	146	1462	3129	2320	1244	637	208	78	1	0	0	9233	497
1963/64	0	85	3298	1729	1847	1366	382	89	33	0	0	0	8829	475
1964/65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1965/66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1966/67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1967/68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1968/69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1969/70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

Ano hidrológico	Escoamentos mensais (dam ³)												Escoamentos anuais	
	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	(dam ³)	(mm)
1970/71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1971/72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1972/73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1973/74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1974/75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1975/76	0	0	603	72	577	342	915	369	12	0	0	0	2890	156
1976/77	29	320	1876	2500	2609	977	557	90	0	0	0	0	8958	482
1977/78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1978/79	0	356	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1979/80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1980/81	0	111	33	27	105	217	264	175	21	0	0	0	953	51
1981/82	0	0	390	561	86	48	43	11	0	0	0	0	1139	61
1982/83	0	68	39	27	57	21	90	18	0	0	0	0	320	17
1983/84	0	1152	1054	118	43	186	123	68	18	0	0	0	2762	149
1984/85	0	82	885	1902	2227	662	147	42	38	0	0	0	5985	322
1985/86	0	7	98	190	1153	266	106	45	1	0	0	0	1866	100
1986/87	0	73	27	353	1185	237	187	50	3	0	30	0	2145	115
1987/88	72	902	1979	590	416	200	54	60	79	29	0	0	4381	236
1988/89	90	4123	480	463	448	162	507	35	14	0	0	0	6322	340
1989/90	162	2250	5742	744	188	754	677	70	7	0	0	0	10594	570
1990/91	-	-	-	-	-	-	-	-	26	27	27	26		
1991/92	27	-	-	-	-	-	-	241	233	241	241	233		
1992/93	0	0	690	71	224	339	93	67	10	0	0	0	1494	80
1993/94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1994/95	3	51	47	34	136	32	0	0	0	0	0	0		
1995/96	0	147	1626	4252	-	2672	166	127	24	0	0	0		
1996/97	0	5	1501	1922	156	58	117	31	105	10	0	-		
1997/98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1998/99	64	57	7	53	24	79	2	9	0	0	0	0		
1999/00	202	128	405	539	511	69	426	755	41	2	0	0		
2000/01	0	18	1200	1309	592	1027	155	101	-	0	0	2		
2001/02	29	41	998	435	88	766	436	93	26	0	0	102		
2002/03	79	517	1812	1159	683	352	491	105	13	0	0	1		
2003/04	316	1592	2338	899	-	-	792	635	1	0	0	0		
2004/05	73	136	211	53	35	48	9	0	0	0	0	0	565	30
2005/06	49	557	378	180	475	350	35	0	1	0	0	0		
2006/07	195	646	159	3	175	31	3	3	0	0	0	1	1216	65
2007/08	0	9	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-		
2008/09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0		
2009/10	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

Ano hidrológico	Escoamentos mensais (dam ³)												Escoamentos anuais	
	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	(dam ³)	(mm)
2010/11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
2011/12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-		
2012/13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
2013/14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
2014/15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
2015/16	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-		
média (31 anos) (*)	56	442	1001	771	846	747	271	97	15	1	1	1	4248	228,6

(*) – no período com registos em simultâneo quer das precipitações mensais e anuais, quer dos escoamentos mensais e anuais (entre 1946/47 a 1947/48, entre 1949/50 a 1950/51, entre 1952/53 a 1963/64, entre 1975/76 a 1976/77, entre 1980/81 a 1989/90, 1992/93, 2004/05 e 2006/07)

De acordo com o Quadro 8, o escoamento médio anual na E.H. de Vidigal no período de 31 anos, com registos completos (entre 1946/47 a 1947/48, entre 1949/50 a 1950/51, entre 1952/53 a 1963/64, entre 1975/76 a 1976/77, entre 1980/81 a 1989/90, 1992/93, 2004/05 e 2006/07) foi de 228,6 mm (4248 dam³).

2.3.3 Correlação Precipitação-Escoamento

Para, a partir das precipitações atrás estimadas, na secção 2.3.1.2, na bacia hidrográfica da barragem do Morgado de Arge, avaliar os correspondentes escoamentos, houve que estabelecer uma equação de correlação entre as precipitações e os escoamento anuais na estação hidrográfica de Vidigal, que possa ser considerada válida com suficiente aproximação para a bacia em estudo.

Para o efeito entendeu-se ser adequado utilizar uma fórmula do tipo da preconizada por Turc:

$$H = P - \sqrt{\frac{P^2}{0,9 + \frac{P^2}{L^2}}} \quad [1]$$

onde P é a precipitação anual média, em mm, H é o escoamento anual médio, em mm, e L é o poder evaporante da atmosfera, em mm.

Para ser possível calibrar a fórmula de Turc para a bacia hidrográfica da barragem do Morgado de Arge, decidiu-se determinar o parâmetro L para a estação hidrométrica de Vidigal, a partir dos valores da precipitação anual média ponderada e do escoamento anual médio na E.H. de Vidigal, no período de 31 anos, com registos em simultâneo das precipitações anuais e dos escoamentos anuais (entre 1946/47 a 1947/48, entre 1949/50 a 1950/51, entre 1952/53 a 1963/64, entre 1975/76 a 1976/77, entre 1980/81 a 1989/90, 1992/93, 2004/05 e 2006/07), que foram calculados nas secções 2.3.1.1 e 2.3.2, respetivamente. Os resultados são apresentados no Quadro 9.

Quadro 9 – Valor do poder evaporante deduzido a partir dos dados disponíveis da precipitação e do escoamento no período de 31 anos entre 1946/47 a 1947/48, entre 1949/50 a 1950/51, entre 1952/53 a 1963/64, entre 1975/76 a 1976/77, entre 1980/81 a 1989/90, 1992/93, 2004/05 e 2006/07

Estação hidrométrica	Aplicação da fórmula de Turc		
	P (mm)	H(mm)	L (mm)
Vidigal	767,1	228,6	721,9

A relação precipitação escoamento adotada no presente estudo foi, portanto, a seguinte:

$$H = P - \sqrt{\frac{P^2}{0,9 + \frac{P^2}{721,9^2}}} \quad [2]$$

Na Figura 1 representa-se graficamente a mancha de pontos (P, E) correspondente aos valores das precipitações anuais ponderadas e dos escoamentos anuais na EH de Vidigal no período de 31 anos entre 1946/47 a 1947/48, entre 1949/50 a 1950/51, entre 1952/53 a 1963/64, entre 1975/76 a 1976/77, entre 1980/81 a 1989/90, 1992/93, 2004/05 e 2006/07 (valores tirados do Quadro 4 e do Quadro 8), e, ainda, representada a vermelho, a curva dada pela aplicação da fórmula de Turc.

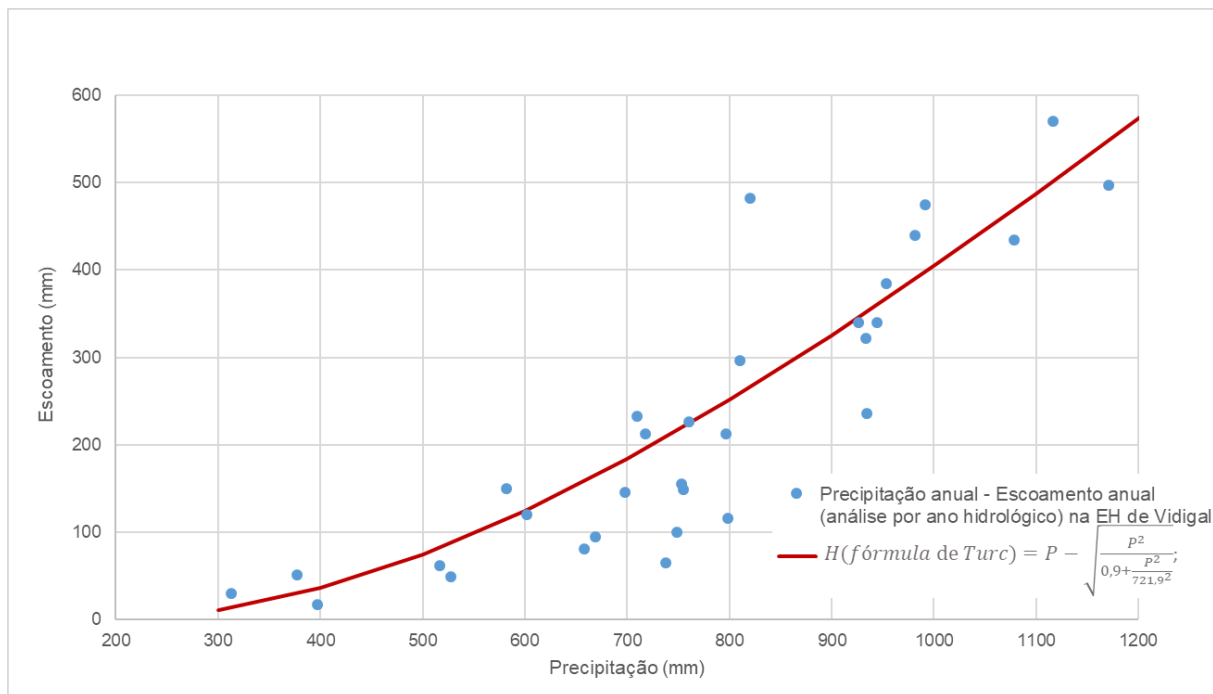


Figura 1 – Relação entre a precipitação e o escoamento anual na E.H. de Vidigal

Na análise do gráfico anterior verifica-se o adequado ajustamento da fórmula de Turc, tal como calibrada, aos valores da precipitação e do escoamento anual registados na E.H. de Vidigal.

2.3.4 Avaliação de Escoamentos Mensais e Anuais Afluentes à Albufeira da Barragem do Morgado de Arge

Considerando um valor da precipitação média anual de 617,4 mm na bacia hidrográfica da barragem do Morgado de Arge, obtido para o período de 31 anos entre 1946/47 a 1947/48, entre 1949/50 a 1950/51, entre 1952/53 a 1963/64, entre 1975/76 a 1976/77, entre 1980/81 a 1989/90, 1992/93, 2004/05 e 2006/07 (ver Quadro 6), com base na equação [2] definida na secção anterior estimou-se um valor de 134,0 mm para o escoamento médio anual na bacia hidrográfica da barragem do Morgado de Arge, conforme se resume no quadro seguinte:

Quadro 10 – Valor estimado do escoamento médio anual na bacia da barragem do Morgado de Arge

Bacia hidrográfica	Aplicação da fórmula de Turc		
	P (mm)	L (mm)	H (mm)
Barragem do Morgado de Arge	617,4	721,9	134,0

A partir dos valores do escoamento médio anual do Quadro 9 e do Quadro 10 é possível estabelecer a seguinte relação entre os escoamentos na E.H. de Vidigal e os escoamentos na bacia hidrográfica em estudo:

$$\frac{H_{\text{bacia Morgado de Arge}}(mm)}{H_{\text{E.H. Vidigal}}(mm)} = \frac{134,0}{228,6} = 0,586 \quad [3]$$

Para o cálculo dos escoamentos afluentes à albufeira da barragem do Morgado de Arge foram consideradas duas áreas distintas na bacia hidrográfica, nomeadamente a área seca da bacia com 1,96 km² e a área inundada pela albufeira com 0,14 km², sendo somados os escoamentos gerados nas duas áreas.

Na área inundada pela albufeira toda a precipitação caída diretamente sobre a albufeira é útil, gerando escoamento, tendo os escoamentos correspondentes sido calculados através da seguinte expressão:

$$V_{\text{bacia inundada}}(dam^3) = P \times A_{\text{bacia inundada}}$$

em que P é a precipitação, em mm, e A_{bacia inundada} é a área da albufeira (área inundada ao NPA) com o valor 0,14 km².

Conforme analisado na secção 2.3.1.2, o posto pluviométrico de Vidigal é o único posto com influência sobre a bacia da barragem do Morgado de Arge. Assim, para o cálculo dos escoamentos na bacia inundada foram utilizadas as precipitações do posto de Vidigal.



No Quadro 11 apresenta-se a série das precipitações mensais no posto udométrico de Vidigal disponibilizada no SNIRH.

Quadro 11 – Precipitações mensais no posto pluviométrico de Vidigal

Ano hidrológico	Precipitações mensais (mm)												Precipit. anuais (mm)
	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	
1945/46	-	-	-	31,2	30,2	71,4	93,8	142,5	0,0	1,7	1,5	10,6	-
1946/47	24,7	71,5	27,5	95,1	227,1	253,4	15,0	24,8	0,0	0,7	0,0	43,7	783,5
1947/48	44,3	63,1	62,0	145,0	100,7	33,9	74,9	137,5	0,7	0,0	2,8	0,0	664,9
1948/49	52,1	8,4	158,3	23,8	9,3	29,2	53,1	1,9	5,6	0,0	0,7	88,9	431,3
1949/50	1,5	202,7	155,2	122,0	33,8	24,1	13,7	78,6	13,4	1,7	0,0	5,2	651,9
1950/51	42,0	30,7	126,1	94,5	86,0	95,7	18,6	17,5	9,5	0,5	0,0	35,5	556,6
1951/52	13,5	128,4	133,7	54,0	36,8	172,5	46,6	72,7	81,5	0,0	32,7	16,2	788,6
1952/53	62,8	30,7	66,6	72,2	63,8	83,5	87,3	6,5	1,2	0,0	0,0	9,5	484,1
1953/54	93,9	95,1	241,9	36,8	35,3	127,3	44,2	0,4	1,5	0,0	0,0	0,0	676,4
1954/55	1,7	101,6	33,5	146,3	130,3	108,9	8,6	55,6	4,0	0,0	2,2	0,2	592,9
1955/56	93,5	188,3	81,4	187,8	46,3	130,3	71,3	11,5	1,7	0,0	0,2	53,3	865,6
1956/57	105,9	27,5	44,6	18,8	44,2	85,6	49,8	35,2	10,5	5,2	1,4	3,3	432,0
1957/58	58,1	64,0	61,3	121,7	32,9	72,1	38,2	0,0	9,7	0,0	9,0	1,0	468,0
1958/59	16,1	45,2	282,9	51,0	73,3	124,0	26,4	109,7	0,1	0,0	0,0	19,8	748,5
1959/60	58,6	102,1	55,8	77,6	132,2	160,3	38,2	58,8	0,0	0,0	6,8	9,2	699,6
1960/61	155,2	51,5	42,6	39,7	6,2	71,5	45,2	60,6	2,2	0,0	0,0	30,7	505,4
1961/62	37,3	145,4	101,0	95,2	20,3	125,9	6,1	18,4	11,4	0,0	0,0	7,4	568,4
1962/63	99,3	81,9	176,0	201,2	120,8	53,8	85,1	73,4	19,0	0,0	0,0	5,1	915,6
1963/64	20,1	90,6	251,9	113,8	123,9	98,0	22,1	23,0	8,4	0,0	0,0	23,0	774,8
1964/65	1,4	69,3	36,3	68,1	76,2	73,5	17,1	2,5	2,7	0,0	0,0	75,3	422,4
1965/66	222,9	94,0	34,4	98,1	127,1	3,4	57,1	1,5	14,2	0,0	19,6	2,7	675,0
1966/67	58,0	30,4	12,7	61,8	75,5	41,0	16,4	30,2	2,5	0,0	1,0	1,0	330,5
1967/68	110,5	114,5	14,8	0,0	161,0	69,3	12,5	9,4	3,2	0,0	7,6	20,5	523,3
1968/69	24,5	201,5	154,9	94,4	260,3	139,0	11,8	55,2	42,9	0,0	0,0	24,7	1009,2
1969/70	125,1	138,7	55,1	301,7	14,6	64,0	29,0	28,3	56,0	0,0	0,0	0,0	812,5
1970/71	34,9	27,9	64,9	164,1	45,2	53,3	100,4	102,3	17,5	0,0	0,8	1,4	612,7
1971/72	36,6	4,0	68,2	177,3	110,5	88,2	9,5	25,4	0,5	1,4	0,0	79,1	600,7
1972/73	147,6	30,4	79,6	92,2	50,9	5,1	7,2	36,3	2,0	1,0	0,0	0,7	453,0
1973/74	22,2	42,0	76,2	30,4	57,4	89,2	66,9	8,4	17,1	0,0	0,0	0,7	410,5
1974/75	0,2	21,4	27,2	56,5	104,0	77,9	41,4	29,6	1,6	0,0	0,0	8,8	368,6
1975/76	9,5	9,1	153,4	34,1	94,0	54,4	147,5	22,4	3,3	4,3	38,6	55,8	626,4
1976/77	65,9	39,8	181,2	162,5	121,2	12,8	5,8	2,8	21,9	0,0	0,0	3,0	616,9
1977/78	163,3	87,6	202,0	37,2	116,4	43,6	58,2	64,2	6,3	0,0	0,0	15,2	794,0
1978/79	28,4	143,6	122,6	177,7	183,4	77,6	50,2	1,0	0,0	0,5	0,0	0,0	785,0
1979/80	219,1	13,2	8,5	41,0	70,1	52,4	164,2	71,5	10,9	2,0	10,2	8,2	671,3



EPF

**HERDADE DO ARADE, PORTIMÃO. NÚCLEO DE
DESENVOLVIMENTO ECONÓMICO (NDE)
ESTUDO PRÉVIO (REVISÃO B)
PARTE 9 – ANÁLISE DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS DA
ALBUFEIRA PRINCIPAL
MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA**

Ano hidrológico	Precipitações mensais (mm)												Precipit. anuais (mm)
	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	
1980/81	42,4	75,5	9,0	1,4	26,3	35,1	78,0	19,5	1,9	0,0	0,0	0,0	289,1
1981/82	0,0	0,0	137,7	92,3	39,6	42,8	61,0	0,0	1,3	3,3	2,1	20,3	400,4
1982/83	6,9	123,7	22,0	3,2	45,5	2,2	71,0	16,9	5,9	0,0	1,7	0,4	299,4
1983/84	66,4	242,4	94,2	19,1	20,6	80,2	54,7	34,8	5,4	0,0	0,7	1,6	620,1
1984/85	23,6	128,0	134,8	167,6	204,4	21,3	52,9	10,3	9,6	0,9	0,0	0,2	753,6
1985/86	3,0	80,8	78,6	64,7	152,8	47,2	66,7	24,1	1,0	0,0	0,0	52,8	571,7
1986/87	38,4	52,4	31,2	169,6	149,4	10,3	73,3	19,9	4,3	5,9	109,0	12,9	676,6
1987/88	133,9	124,6	238,4	84,7	40,2	32,4	16,8	7,6	70,1	7,9	0,0	0,7	757,3
1988/89	92,3	305,5	17,8	98,7	74,5	27,9	125,6	25,8	0,0	0,6	2,5	50,4	821,6
1989/90	168,6	253,8	426,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	848,5
1990/91	0,0	0,0	0,0	15,1	128,0	114,5	76,2	0,5	4,0	1,1	0,0	8,5	347,9
1991/92	59,8	34,1	97,0	33,8	19,8	31,7	49,0	12,2	24,5	0,5	1,6	10,2	374,2
1992/93	40,1	1,4	227,6	36,4	40,8	77,1	70,1	70,4	5,2	0,0	0,0	18,3	587,4
1993/94	142,2	171,9	0,0	60,5	93,0	4,2	21,7	58,0	0,0	0,0	0,0	7,7	559,2
1994/95	39,8	50,3	32,9	32,9	71,0	13,2	34,4	9,8	2,0	10,4	0,0	7,0	303,7
1995/96	18,0	187,7	210,5	274,8	77,4	180,5	18,3	65,9	0,0	0,0	0,0	16,8	1049,9
1996/97	21,5	52,2	323,9	142,2	0,0	0,0	77,8	68,0	44,3	7,8	6,3	28,4	772,4
1997/98	125,3	287,0	122,9	90,9	79,2	11,2	37,7	54,5	2,2	0,0	0,0	67,6	878,5
1998/99	15,2	21,6	29,0	73,9	5,6	79,4	10,9	16,2	0,0	4,0	3,3	37,8	296,9
1999/00	188,5	40,8	70,1	39,3	12,8	53,5	165,4	106,8	0,0	0,0	0,8	17,0	695,0
2000/01	30,8	63,6	225,4	114,6	63,5	-	0,4	26,8	2,1	1,0	0,0	61,6	-
2001/02	86,4	60,1	181,4	51,3	11,7	132,6	64,8	13,4	2,3	-	-	100,9	-
2002/03	36,5	138,6	101,7	80,7	-	42,0	65,2	4,5	0,8	0,7	-	-	-
2003/04	180,1	187,7	89,7	16,6	49,8	24,9	-	-	0,3	0,4	12,0	1,6	-
2004/05	62,0	40,0	75,0	1,4	7,7	39,6	8,6	25,3	0,4	1,9	1,4	3,1	266,4
2005/06	129,1	124,8	48,3	79,4	80,8	61,2	28,1	-	20,8	1,2	36,9	34,9	-
2006/07	159,5	152,2	32,1	18,7	60,0	21,8	47,6	26,0	14,7	1,5	1,7	81,5	617,3
2007/08	35,4	66,6	154,0	86,0	115,9	25,6	92,6	55,9	*9*	*9*	*9*	*9*	-
2008/09	*9*	*9*	11,5	84,3	87,6	43,8	42,1	*78*	*78*	*78*	*78*	*78*	-
2009/10	*78*	24,0	133,1	151,6	178,4	*1*	*1*	*1*	*1*	*1*	*1*	*1*	-
2010/11	*1*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2011/12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2012/13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2013/14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2014/15	-	-	-	-	55,8	-	-	0,2	2,9	0,0	0,9	4,2	-
2015/16	89,0	89,0	22,2	59,6	53,3	26,8	65,5	85,8	1,1	0,6	1,0	3,3	497,2
2016/17	-	-	-	-	45,5	80,7	4,1	14,3	4,1	0,0	-	-	-
2017/18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-
2018/19	-	90,3	13,2	23,8	49,8	21,7	67,8	0,4	4,0	0,4	0,5	0,1	-

Ano hidrológico	Precipitações mensais (mm)												Precipit. anuais (mm)
	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	
2019/20	10,8	45,8	104,9	-	-	63,8	61,4	-	3,3	-	-	-	-
média													

9: Dados irrecuperáveis; *78*: Memória do datalogger cheia; *1*: Sem dados no INAG

No Quadro 12 apresentam-se os escoamentos mensais e anuais que foram calculados para a bacia inundada, através da expressão anterior, para o período de 31 anos selecionado (com registos em simultâneo das precipitações mensais e anuais e dos escoamentos mensais e anuais).

Quadro 12 – Escoamentos mensais e anuais na albufeira da barragem do Morgado de Arge – bacia inundada

Ano hidrológico	Escoamentos mensais (dam ³)												Escoam. Anuais (dam ³)
	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	
1946/47	4	10	4	14	32	36	2	4	0	0	0	6	112
1947/48	6	9	9	21	14	5	11	20	0	0	0	0	95
1949/50	0	29	22	17	5	3	2	11	2	0	0	1	93
1950/51	6	4	18	14	12	14	3	3	1	0	0	5	80
1952/53	9	4	10	10	9	12	12	1	0	0	0	1	69
1953/54	13	14	35	5	5	18	6	0	0	0	0	0	97
1954/55	0	15	5	21	19	16	1	8	1	0	0	0	85
1955/56	13	27	12	27	7	19	10	2	0	0	0	8	124
1956/57	15	4	6	3	6	12	7	5	2	1	0	0	62
1957/58	8	9	9	17	5	10	5	0	1	0	1	0	67
1958/59	2	6	40	7	10	18	4	16	0	0	0	3	107
1959/60	8	15	8	11	19	23	5	8	0	0	1	1	100
1960/61	22	7	6	6	1	10	6	9	0	0	0	4	72
1961/62	5	21	14	14	3	18	1	3	2	0	0	1	81
1962/63	14	12	25	29	17	8	12	10	3	0	0	1	131
1963/64	3	13	36	16	18	14	3	3	1	0	0	3	111
1975/76	1	1	22	5	13	8	21	3	0	1	6	8	90
1976/77	9	6	26	23	17	2	1	0	3	0	0	0	88
1980/81	6	11	1	0	4	5	11	3	0	0	0	0	41
1981/82	0	0	20	13	6	6	9	0	0	0	0	3	57
1982/83	1	18	3	0	7	0	10	2	1	0	0	0	43
1983/84	9	35	13	3	3	11	8	5	1	0	0	0	89

Ano hidrológico	Escoamentos mensais (dam ³)												Escoam. Anuais (dam ³)
	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	
1984/85	3	18	19	24	29	3	8	1	1	0	0	0	108
1985/86	0	12	11	9	22	7	10	3	0	0	0	8	82
1986/87	5	7	4	24	21	1	10	3	1	1	16	2	97
1987/88	19	18	34	12	6	5	2	1	10	1	0	0	108
1988/89	13	44	3	14	11	4	18	4	0	0	0	7	117
1989/90	24	36	61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	121
1992/93	6	0	33	5	6	11	10	10	1	0	0	3	84
2004/05	9	6	11	0	1	6	1	4	0	0	0	0	38
2006/07	23	22	5	3	9	3	7	4	2	0	0	12	88
média	8	14	17	12	11	10	7	5	1	0	1	3	88

Na área da bacia seca os escoamentos mensais e anuais afluentes à albufeira da barragem do Morgado de Arge foram obtidos a partir dos valores do Quadro 8, aplicando a expressão seguinte:

$$V_{\text{Morgado Arge}}(\text{dam}^3) = \frac{V_{\text{E.H. Vidigal}}}{A_{\text{bacia da EH de Vidigal}}} \times \frac{134,0}{228,6} \times A_{\text{bacia seca}} \quad [4]$$

sendo $A_{\text{bacia da E.H. de Vidigal}}$ a área da bacia hidrográfica da E.H. de Vidigal e $A_{\text{bacia seca}}$ a área seca da bacia hidrográfica da barragem do Morgado de Arge, com os valores de 18,58 km² e de 1,96 km², respetivamente.

Quadro 13 – Escoamentos mensais e anuais afluentes à albufeira da barragem do Morgado de Arge – bacia seca

Ano hidrológico	Escoamentos mensais (dam ³)												Escoamentos anuais	
	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	(dam ³)	(mm)
1946/47	0	3	2	15	223	211	44	8	1	0	0	0	506	258
1947/48	1	5	17	84	74	18	12	30	2	0	0	0	244	124
1949/50	0	58	103	59	26	7	2	5	0	0	0	0	260	133
1950/51	3	1	15	63	88	78	12	5	1	0	0	2	267	136
1952/53	10	4	15	42	39	30	27	5	0	0	0	0	172	88
1953/54	7	15	157	11	25	105	15	5	0	0	0	0	341	174
1954/55	0	3	2	30	59	63	8	2	0	0	0	0	167	85
1955/56	2	73	63	148	23	140	40	9	2	0	0	0	500	255
1956/57	19	1	3	4	4	14	3	6	0	0	0	0	56	29
1957/58	0	4	16	79	14	12	13	1	0	0	0	0	138	70

Ano hidrológico	Escoamentos mensais (dam ³)												Escoamentos anuais	
	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	(dam ³)	(mm)
1958/59	0	0	214	29	62	63	12	10	1	0	0	0	391	199
1959/60	0	18	46	55	123	165	23	11	1	0	0	0	442	226
1960/61	25	20	20	20	8	7	7	1	1	0	0	0	109	55
1961/62	0	18	68	65	7	78	9	2	0	0	0	0	245	125
1962/63	0	9	90	194	143	77	39	13	5	0	0	0	571	291
1963/64	0	5	204	107	114	84	24	6	2	0	0	0	546	279
1975/76	0	0	37	4	36	21	57	23	1	0	0	0	179	91
1976/77	2	20	116	155	161	60	34	6	0	0	0	0	554	283
1980/81	0	7	2	2	6	13	16	11	1	0	0	0	59	30
1981/82	0	0	24	35	5	3	3	1	0	0	0	0	70	36
1982/83	0	4	2	2	4	1	6	1	0	0	0	0	20	10
1983/84	0	71	65	7	3	12	8	4	1	0	0	0	171	87
1984/85	0	5	55	118	138	41	9	3	2	0	0	0	370	189
1985/86	0	0	6	12	71	16	7	3	0	0	0	0	115	59
1986/87	0	5	2	22	73	15	12	3	0	0	2	0	133	68
1987/88	4	56	122	36	26	12	3	4	5	2	0	0	271	138
1988/89	6	255	30	29	28	10	31	2	1	0	0	0	391	200
1989/90	10	139	355	46	12	47	42	4	0	0	0	0	655	334
1992/93	0	0	43	4	14	21	6	4	1	0	0	0	92	47
2004/05	5	8	13	3	2	3	1	0	0	0	0	0	35	18
2006/07	12	40	10	0	11	2	0	0	0	0	0	0	75	38
média	3	27	62	48	52	46	17	6	1	0	0	0	263	134.0

No Quadro 14 apresentam-se os escoamentos mensais e anuais afluentes à albufeira da barragem do Morgado de Arge, que foram obtidos somando os escoamentos da bacia inundada (Quadro 12) e da bacia seca (Quadro 13).

Quadro 14 – Escoamentos mensais e anuais afluentes à albufeira da barragem do Morgado de Arge

Ano hidrológico	Escoamentos mensais (dam ³)												Escoam. anuais (dam ³)
	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	
1946/47	4	13	6	29	255	247	46	11	1	0	0	6	618
1947/48	7	14	26	104	88	23	23	50	3	0	0	0	339
1949/50	0	87	126	76	31	10	4	16	2	0	0	1	353
1950/51	9	5	33	76	100	92	14	8	2	0	0	7	347

Ano hidrológico	Escoamentos mensais (dam ³)												Escoam. anuais (dam ³)
	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	
1952/53	19	8	25	52	48	42	39	6	0	0	0	1	241
1953/54	21	28	192	16	30	124	21	5	0	0	0	0	438
1954/55	0	17	7	51	78	79	9	10	1	0	0	0	252
1955/56	16	100	75	175	30	159	50	10	2	0	0	8	623
1956/57	35	5	10	7	10	26	10	11	2	1	0	0	118
1957/58	8	13	24	96	19	23	18	1	1	0	1	0	205
1958/59	2	6	254	37	72	81	15	26	1	0	0	3	498
1959/60	9	33	54	66	141	188	28	19	1	0	1	1	542
1960/61	47	27	26	26	9	17	13	10	1	0	0	4	181
1961/62	5	39	82	78	10	96	9	4	2	0	0	1	326
1962/63	15	21	116	222	161	85	52	23	8	0	0	1	702
1963/64	3	18	240	123	132	99	27	9	3	0	0	3	657
1975/76	1	1	59	9	49	29	78	26	1	1	6	8	268
1976/77	11	25	142	178	179	62	35	6	3	0	0	0	642
1980/81	6	18	3	2	10	18	27	14	2	0	0	0	100
1981/82	0	0	44	48	11	9	11	1	0	0	0	3	128
1982/83	1	22	6	2	10	2	16	4	1	0	0	0	63
1983/84	9	106	79	10	6	23	15	9	2	0	0	0	260
1984/85	3	23	74	142	167	44	17	4	4	0	0	0	478
1985/86	0	12	17	21	93	23	16	6	0	0	0	8	197
1986/87	5	12	6	46	95	16	22	6	1	1	17	2	229
1987/88	24	74	156	49	31	17	6	5	15	3	0	0	379
1988/89	19	299	32	43	38	14	49	6	1	0	0	7	509
1989/90	34	175	416	46	12	47	42	4	0	0	0	0	777
1992/93	6	0	75	10	20	32	16	14	1	0	0	3	176
2004/05	13	14	24	3	3	9	2	4	0	0	0	0	73
2006/07	35	62	14	3	19	5	7	4	2	0	0	12	163
média	12	41	79	60	63	56	24	11	2	0	1	3	351

2.4 AVALIAÇÃO DAS EVAPORAÇÕES NA ALBUFEIRA

A estação climatológica que foi selecionada para avaliar as perdas por evaporação em albufeira foi a de Vidigal, uma vez que é a mais próxima do local da barragem do Morgado de Arge.

A referida estação dispõe de um evaporímetro de Piche e de um evaporímetro de Tina. Optou-se, no entanto, por analisar os registos disponíveis no SNIRH referentes ao evaporímetro de Piche que abrangem um maior número de anos completos, apresentando-se os anos completos no Quadro 15.

Quadro 15 – Evaporações mensais e anuais registadas com evaporímetro de Piche na estação climatológica de Vidigal (entre 1934/35 e 1935/36, entre 1937/38 e 1939/40, entre 1941/42 e 1993/94 e entre 1995/96 e 1997/98)

Ano hidrológico	Evaporações mensais (dam ³)												Evapor. Anuais (mm)
	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	
1934/35	172,1	68,5	47	85,8	81	111,2	140,5	133	165	228,6	219,2	193,4	1645,3
1935/36	153,4	53,9	51,8	35,4	49,5	50,3	67,4	82,4	125,1	206,5	203,5	184,8	1264,0
1937/38	65,3	26,9	27,3	38,1	58,1	78,7	73,1	114,5	149,9	264,7	231,4	153	1281,0
1938/39	131,7	90	46,3	39,7	65,3	108,6	93,7	150	135,9	226,2	204,6	137	1429,0
1939/40	69,5	44,3	34,6	41	26,7	36,4	72,2	117,6	168,6	269,1	247,3	161,1	1288,4
1941/42	170,7	76,9	62,7	80,8	94	73,2	91,9	138,4	195	249,3	174,5	119	1526,4
1942/43	63,5	39,4	28,3	27,1	52,7	46,3	67,7	116,5	172,9	149,1	195,4	107	1065,9
1943/44	65,1	57	35,4	39	67,2	61,4	71,5	113,9	126,2	175,2	137,9	119,3	1069,1
1944/45	92	46,4	39,7	34,8	42,2	72,7	98,8	110,6	158,5	210,9	184,7	174,3	1265,6
1945/46	102,7	48,4	37	52,1	54,2	46,4	60,3	51,6	150,3	214,6	195,2	134,3	1147,1
1946/47	85	49,4	53,1	40	31,2	41,6	89,5	102,1	158,2	183,9	168,2	118,3	1120,5
1947/48	86,4	66,2	53,2	36	35	66,3	72,1	55,7	162,3	188,8	182,7	142,9	1147,6
1948/49	103,6	59,5	36,2	63,3	65	75,6	93,1	125,9	153,9	197,9	210,6	101,5	1286,1
1949/50	100,8	73,7	43,6	33	52,2	63,7	100	91,4	134	216,5	212	176,3	1297,2
1950/51	90,5	55	41,4	63,9	39,5	68	89	110,2	187	169,1	214,7	191,5	1319,8
1951/52	159	75,8	59,1	94,6	71	72,3	109,6	99	154,4	255,9	265,4	194,5	1610,6
1952/53	137,6	104	69	72,2	63,3	79,6	91,3	180,6	253,2	311,1	274,9	184,3	1821,1
1953/54	103,2	72,8	47,4	89,2	80,1	85,5	111,8	172	243,8	321,5	260,2	254,2	1841,7
1954/55	176,2	65,8	80,2	59	66,2	71,3	106,6	181,3	231,5	257,4	223,9	255,9	1775,3
1955/56	129,7	44,6	61	55,5	90,7	79,9	70,6	143,2	194,3	249,5	273,9	136,6	1529,5
1956/57	117	92,4	67,6	73,7	49,8	62,3	122,4	159,3	197,4	306	256,2	229,7	1733,8
1957/58	129,6	97	68,7	77,8	67,9	81,9	130,9	182	191,8	312	251,4	170,1	1761,1
1958/59	168,2	126	84,2	61,1	77,2	76	114,8	116,6	195,3	228,9	228,6	147,1	1624,0
1959/60	122,2	74,3	79,4	65,2	47,7	77,3	99,8	119,6	207,9	263,3	270,6	186,7	1614,0
1960/61	95,5	55,8	87,1	58,5	47,9	82,2	94,5	151,8	185,8	299,7	255,4	140,8	1555,0
1961/62	125,7	69,2	37,8	59,2	93,1	72,4	118,5	189,8	176,6	285,2	284,9	185,1	1697,5
1962/63	69,5	82,1	68,2	57,3	70,5	93,7	97,3	147,4	161,6	245,9	280,3	182,7	1556,5
1963/64	153,5	54,7	54,7	56,2	51,5	71,3	109,6	181,2	156,9	250,2	260,2	164,5	1564,5
1964/65	142,5	69,9	78,5	79,1	60,5	83,1	177	224,9	242,7	278,1	288,3	189,8	1914,4
1965/66	57,6	66,8	66,4	34	52	115	109,9	198,2	196,1	232,6	294,5	207,1	1630,2
1966/67	105,6	95,5	72,8	55,8	61,8	106,1	132,7	176	229,1	301,7	306,1	183,1	1826,3
1967/68	119,8	73,6	95,7	83,2	57,3	77,3	98,9	171,7	189,9	252,3	230,4	161,1	1611,2
1968/69	130,6	58,1	64,1	56	55	66,2	113,2	120,9	149,8	239,9	231,2	128,2	1413,2
1969/70	87,4	63,5	72,4	40	70,3	80,6	121,7	154,5	132,2	221,8	189,4	196,1	1429,9
1970/71	155,1	88,8	64,1	42,7	76,2	94,7	60,9	73,5	130,6	166,8	181,5	154,2	1289,1
1971/72	137,6	113,5	69,2	55	51,9	66,9	129,4	143,1	163,9	178,3	181,8	107,8	1398,4



Ano hidrológico	Evaporações mensais (dam ³)												Evapor. Anuais (mm)
	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	
1972/73	60	56,6	50	49,3	69,8	89,7	129,9	122,7	159,5	197,4	207,2	155,8	1347,9
1973/74	107,9	63,7	64,1	42	60,2	76,3	69,2	119,1	112,9	243,8	236,9	155,2	1351,3
1974/75	138,6	73,1	57,2	55,4	40,5	61,8	86,5	106,7	144,4	225,2	230,5	141,5	1361,4
1975/76	102,9	80,6	42,8	61,7	56,7	83	65	95,9	165,9	185,9	201	123,2	1264,6
1976/77	71,7	56,8	40,4	35,1	25,4	69,4	120,1	141	136,4	185,4	191,6	140,8	1214,1
1977/78	73,2	53,6	33,8	54,7	39,5	84,3	70,9	95,7	108,7	249	213	153,7	1230,1
1978/79	109,4	59,8	27,3	33,1	40,8	47,4	83,3	129,2	157,1	171,8	223,4	140,1	1222,7
1979/80	53	67,5	42,9	50,3	46	60,4	76,5	88,8	141,3	191,4	189,6	156,9	1164,6
1980/81	71,4	48,3	73,7	72,3	64,7	73,5	85,2	124,8	193,5	253,8	191,5	175,9	1428,6
1981/82	125,3	107,3	65,9	56,7	64,1	109,6	76,9	144	122,9	160	160,2	81,8	1274,7
1982/83	84,5	32,1	32,7	40,7	33,1	71,4	68,2	107,5	120,7	78,1	97,8	105,2	872,0
1983/84	71	24,8	45,2	36,4	56,1	74,3	74,2	114,6	130,2	207,1	163,4	126,6	1123,9
1984/85	67	31,9	43,4	44,3	30	82,3	91,5	99,9	149,9	189,7	253,6	139,6	1223,1
1985/86	111,2	65	51,9	63,1	44,5	98,5	99,3	157,6	149,2	191,3	164,2	62,5	1258,3
1986/87	47	39	31,1	30,2	28	53,8	58,4	102,9	136,2	186	174,2	154,6	1041,4
1987/88	71,2	53,5	23,5	43,2	58,8	89,4	100,1	108,8	95,8	209	216,3	199	1268,6
1988/89	93,3	32,5	67,4	50,5	64,1	79,6	62,9	92,2	188,3	209,6	185,5	131,5	1257,4
1989/90	52	48,5	30,1	47,2	44,8	80,1	94,5	100,1	140,3	200,2	206,6	117,5	1161,9
1990/91	75	53,4	31,8	45,8	45,1	56,9	66,3	110,7	144,2	149,6	87,9	137,7	1004,4
1991/92	64,8	64,2	46,7	46,2	37,7	95	126	166,7	107	198,7	157,1	136,8	1246,9
1992/93	76,7	47,7	31	40,6	49,5	55,6	73,8	68	104	186	131,4	96,2	960,5
1993/94	61,6	42,1	37,2	49,2	28,2	67,1	134	111,4	164,2	199,7	150,5	138,3	1183,5
1995/96	91,5	53,9	45,5	41,8	77,9	68,4	98,1	111,8	178,2	168,2	113,9	104,4	1153,6
1996/97	100,7	59,3	58,9	49,4	76,8	145	109,1	120,8	110	127,1	150,8	112,1	1220,0
1997/98	95,5	51,6	44,4	53,9	68,3	69,9	103,9	117,2	97,3	114,4	165,6	91	1073,0
média	102,5	63,4	52,5	52,9	56,2	76,0	95,5	127,2	160,4	217,8	208,8	151,7	1364,9
percentagem (%)	7,51	4,64	3,85	3,88	4,12	5,57	7,00	9,32	11,75	15,96	15,30	11,11	100

Fazendo a média do valores anuais do Quadro 15, conclui-se que o evaporação média anual em evaporímetro de Piche é de 1364,9 mm, sendo relativamente pouco expressivas as variações de ano para ano.

Uma vez que se sabe que os valores das medições da evaporação em tina da classe A se aproximam mais das condições reais do que os das medições realizadas com evaporímetro de Piche, optou-se por fazer a conversão destes últimos com base na seguinte equação de correlação proposta pela DGRAH (Direcção Geral dos Recursos e Aproveitamentos Hidráulicos, atual INAG), que transforma a evaporação anual de Piche em evaporação anual de Tina:

$$E_{tina} = 915,245 + 0,422 E_{piche}$$

Considerando que o valor da evaporação anual média com evaporímetro de Piche é igual a 1364,9 mm (ver Quadro 15), obteve-se da equação anterior que a evaporação anual em tina seria igual a 1491,2 mm, sendo da ordem de 1,0926 vezes a evaporação média anual de Piche.

No presente estudo as evaporações mensais em tina foram calculadas multiplicando-se as evaporações mensais com evaporímetro de Piche apresentadas no Quadro 15 por um fator de 1,0926, conforme se apresenta no Quadro 16.

Quadro 16 – Evaporações mensais e anuais em tina calculadas

Ano hidrológico	Evaporações mensais (dam ³)												Evapor. Anuais (mm)
	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	
1934/35	188,0	74,8	51,4	93,7	88,5	121,5	153,5	145,3	180,3	249,8	239,5	211,3	1797,7
1935/36	167,6	58,9	56,6	38,7	54,1	55,0	73,6	90,0	136,7	225,6	222,3	201,9	1381,0
1937/38	71,3	29,4	29,8	41,6	63,5	86,0	79,9	125,1	163,8	289,2	252,8	167,2	1399,6
1938/39	143,9	98,3	50,6	43,4	71,3	118,7	102,4	163,9	148,5	247,1	223,5	149,7	1561,3
1939/40	75,9	48,4	37,8	44,8	29,2	39,8	78,9	128,5	184,2	294,0	270,2	176,0	1407,7
1941/42	186,5	84,0	68,5	88,3	102,7	80,0	100,4	151,2	213,1	272,4	190,7	130,0	1667,7
1942/43	69,4	43,0	30,9	29,6	57,6	50,6	74,0	127,3	188,9	162,9	213,5	116,9	1164,6
1943/44	71,1	62,3	38,7	42,6	73,4	67,1	78,1	124,4	137,9	191,4	150,7	130,3	1168,1
1944/45	100,5	50,7	43,4	38,0	46,1	79,4	107,9	120,8	173,2	230,4	201,8	190,4	1382,8
1945/46	112,2	52,9	40,4	56,9	59,2	50,7	65,9	56,4	164,2	234,5	213,3	146,7	1253,3
1946/47	92,9	54,0	58,0	43,7	34,1	45,5	97,8	111,6	172,8	200,9	183,8	129,3	1224,3
1947/48	94,4	72,3	58,1	39,3	38,2	72,4	78,8	60,9	177,3	206,3	199,6	156,1	1253,9
1948/49	113,2	65,0	39,6	69,2	71,0	82,6	101,7	137,6	168,2	216,2	230,1	110,9	1405,2
1949/50	110,1	80,5	47,6	36,1	57,0	69,6	109,3	99,9	146,4	236,5	231,6	192,6	1417,3
1950/51	98,9	60,1	45,2	69,8	43,2	74,3	97,2	120,4	204,3	184,8	234,6	209,2	1442,0
1951/52	173,7	82,8	64,6	103,4	77,6	79,0	119,7	108,2	168,7	279,6	290,0	212,5	1759,7
1952/53	150,3	113,6	75,4	78,9	69,2	87,0	99,8	197,3	276,6	339,9	300,4	201,4	1989,7
1953/54	112,8	79,5	51,8	97,5	87,5	93,4	122,2	187,9	266,4	351,3	284,3	277,7	2012,2
1954/55	192,5	71,9	87,6	64,5	72,3	77,9	116,5	198,1	252,9	281,2	244,6	279,6	1939,7
1955/56	141,7	48,7	66,6	60,6	99,1	87,3	77,1	156,5	212,3	272,6	299,3	149,2	1671,1
1956/57	127,8	101,0	73,9	80,5	54,4	68,1	133,7	174,1	215,7	334,3	279,9	251,0	1894,3
1957/58	141,6	106,0	75,1	85,0	74,2	89,5	143,0	198,9	209,6	340,9	274,7	185,9	1924,2
1958/59	183,8	137,7	92,0	66,8	84,3	83,0	125,4	127,4	213,4	250,1	249,8	160,7	1774,4
1959/60	133,5	81,2	86,8	71,2	52,1	84,5	109,0	130,7	227,2	287,7	295,7	204,0	1763,5
1960/61	104,3	61,0	95,2	63,9	52,3	89,8	103,3	165,9	203,0	327,5	279,1	153,8	1699,0
1961/62	137,3	75,6	41,3	64,7	101,7	79,1	129,5	207,4	193,0	311,6	311,3	202,2	1854,7
1962/63	75,9	89,7	74,5	62,6	77,0	102,4	106,3	161,0	176,6	268,7	306,3	199,6	1700,6
1963/64	167,7	59,8	59,8	61,4	56,3	77,9	119,7	198,0	171,4	273,4	284,3	179,7	1709,4
1964/65	155,7	76,4	85,8	86,4	66,1	90,8	193,4	245,7	265,2	303,9	315,0	207,4	2091,7
1965/66	62,9	73,0	72,5	37,1	56,8	125,6	120,1	216,6	214,3	254,1	321,8	226,3	1781,2
1966/67	115,4	104,3	79,5	61,0	67,5	115,9	145,0	192,3	250,3	329,6	334,4	200,1	1995,4



EPF

**HERDADE DO ARADE, PORTIMÃO. NÚCLEO DE
DESENVOLVIMENTO ECONÓMICO (NDE)
ESTUDO PRÉVIO (REVISÃO B)
PARTE 9 – ANÁLISE DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS DA
ALBUFEIRA PRINCIPAL
MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA**

Ano hidrológico	Evaporações mensais (dam ³)												Evapor. Anuais (mm)
	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	
1967/68	130,9	80,4	104,6	90,9	62,6	84,5	108,1	187,6	207,5	275,7	251,7	176,0	1760,4
1968/69	142,7	63,5	70,0	61,2	60,1	72,3	123,7	132,1	163,7	262,1	252,6	140,1	1544,1
1969/70	95,5	69,4	79,1	43,7	76,8	88,1	133,0	168,8	144,4	242,3	206,9	214,3	1562,3
1970/71	169,5	97,0	70,0	46,7	83,3	103,5	66,5	80,3	142,7	182,2	198,3	168,5	1408,5
1971/72	150,3	124,0	75,6	60,1	56,7	73,1	141,4	156,4	179,1	194,8	198,6	117,8	1527,9
1972/73	65,6	61,8	54,6	53,9	76,3	98,0	141,9	134,1	174,3	215,7	226,4	170,2	1472,7
1973/74	117,9	69,6	70,0	45,9	65,8	83,4	75,6	130,1	123,4	266,4	258,8	169,6	1476,4
1974/75	151,4	79,9	62,5	60,5	44,3	67,5	94,5	116,6	157,8	246,1	251,8	154,6	1487,5
1975/76	112,4	88,1	46,8	67,4	62,0	90,7	71,0	104,8	181,3	203,1	219,6	134,6	1381,7
1976/77	78,3	62,1	44,1	38,4	27,8	75,8	131,2	154,1	149,0	202,6	209,3	153,8	1326,5
1977/78	80,0	58,6	36,9	59,8	43,2	92,1	77,5	104,6	118,8	272,1	232,7	167,9	1344,0
1978/79	119,5	65,3	29,8	36,2	44,6	51,8	91,0	141,2	171,6	187,7	244,1	153,1	1335,9
1979/80	57,9	73,8	46,9	55,0	50,3	66,0	83,6	97,0	154,4	209,1	207,2	171,4	1272,4
1980/81	78,0	52,8	80,5	79,0	70,7	80,3	93,1	136,4	211,4	277,3	209,2	192,2	1560,9
1981/82	136,9	117,2	72,0	62,0	70,0	119,7	84,0	157,3	134,3	174,8	175,0	89,4	1392,7
1982/83	92,3	35,1	35,7	44,5	36,2	78,0	74,5	117,5	131,9	85,3	106,9	114,9	952,7
1983/84	77,6	27,1	49,4	39,8	61,3	81,2	81,1	125,2	142,3	226,3	178,5	138,3	1228,0
1984/85	73,2	34,9	47,4	48,4	32,8	89,9	100,0	109,2	163,8	207,3	277,1	152,5	1336,4
1985/86	121,5	71,0	56,7	68,9	48,6	107,6	108,5	172,2	163,0	209,0	179,4	68,3	1374,8
1986/87	51,4	42,6	34,0	33,0	30,6	58,8	63,8	112,4	148,8	203,2	190,3	168,9	1137,8
1987/88	77,8	58,5	25,7	47,2	64,2	97,7	109,4	118,9	104,7	228,4	236,3	217,4	1386,1
1988/89	101,9	35,5	73,6	55,2	70,0	87,0	68,7	100,7	205,7	229,0	202,7	143,7	1373,8
1989/90	56,8	53,0	32,9	51,6	48,9	87,5	103,3	109,4	153,3	218,7	225,7	128,4	1269,5
1990/91	81,9	58,3	34,7	50,0	49,3	62,2	72,4	121,0	157,6	163,5	96,0	150,5	1097,4
1991/92	70,8	70,1	51,0	50,5	41,2	103,8	137,7	182,1	116,9	217,1	171,6	149,5	1362,4
1992/93	83,8	52,1	33,9	44,4	54,1	60,7	80,6	74,3	113,6	203,2	143,6	105,1	1049,4
1993/94	67,3	46,0	40,6	53,8	30,8	73,3	146,4	121,7	179,4	218,2	164,4	151,1	1293,1
1995/96	100,0	58,9	49,7	45,7	85,1	74,7	107,2	122,2	194,7	183,8	124,4	114,1	1260,4
1996/97	110,0	64,8	64,4	54,0	83,9	158,4	119,2	132,0	120,2	138,9	164,8	122,5	1333,0
1997/98	104,3	56,4	48,5	58,9	74,6	76,4	113,5	128,1	106,3	125,0	180,9	99,4	1172,4
média	112,0	69,3	57,4	57,8	61,4	83,1	104,3	139,0	175,3	238,0	228,1	165,7	1491,2
percentagem (%)	7,51	4,64	3,85	3,88	4,12	5,57	7,00	9,32	11,75	15,96	15,30	11,11	100

Para obter as evaporações mensais na albufeira da barragem multiplicaram-se os valores da evaporação mensal em tina por coeficientes de tina que permitem descontar o efeito de oásis – Quadro 17.

Quadro 17 – Coeficientes de tina

Mês	Coef. de tina
Outubro	0,7
Novembro	0,7
Dezembro	0,6
Janeiro	0,6
Fevereiro	0,6
Março	0,6
Abril	0,7
Maio	0,7
Junho	0,8
Julho	0,8
Agosto	0,8
Setembro	0,8

No Quadro 18 apresentam-se as evaporações mensais e anuais em albufeira que foram calculadas para o período de 31 anos que foi selecionado para a avaliação dos escoamentos (com registos em simultâneo das precipitações mensais e anuais e dos escoamentos mensais e anuais).

Quadro 18 – Evaporações mensais e anuais em albufeira calculadas

Ano hidrológico	Evaporações mensais (dam ³)												Evapor. Anuais (mm)
	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	
1946/47	65,0	37,8	34,8	26,2	20,5	27,3	68,5	78,1	138,3	160,7	147,0	103,4	907,5
1947/48	66,1	50,6	34,9	23,6	22,9	43,5	55,1	42,6	141,9	165,0	159,7	124,9	930,8
1949/50	77,1	56,4	28,6	21,6	34,2	41,8	76,5	69,9	117,1	189,2	185,3	154,1	1051,8
1950/51	69,2	42,1	27,1	41,9	25,9	44,6	68,1	84,3	163,5	147,8	187,7	167,4	1069,4
1952/53	105,2	79,5	45,2	47,3	41,5	52,2	69,8	138,1	221,3	271,9	240,3	161,1	1473,6
1953/54	78,9	55,7	31,1	58,5	52,5	56,1	85,5	131,5	213,1	281,0	227,4	222,2	1493,5
1954/55	134,8	50,3	52,6	38,7	43,4	46,7	81,5	138,7	202,3	225,0	195,7	223,7	1433,4
1955/56	99,2	34,1	40,0	36,4	59,5	52,4	54,0	109,5	169,8	218,1	239,4	119,4	1231,8
1956/57	89,5	70,7	44,3	48,3	32,6	40,8	93,6	121,8	172,5	267,5	223,9	200,8	1406,4
1957/58	99,1	74,2	45,0	51,0	44,5	53,7	100,1	139,2	167,6	272,7	219,7	148,7	1415,6
1958/59	128,6	96,4	55,2	40,1	50,6	49,8	87,8	89,2	170,7	200,1	199,8	128,6	1296,9
1959/60	93,5	56,8	52,1	42,7	31,3	50,7	76,3	91,5	181,7	230,1	236,5	163,2	1306,4
1960/61	73,0	42,7	57,1	38,4	31,4	53,9	72,3	116,1	162,4	262,0	223,2	123,1	1255,5
1961/62	96,1	52,9	24,8	38,8	61,0	47,5	90,6	145,2	154,4	249,3	249,0	161,8	1371,4
1962/63	53,2	62,8	44,7	37,6	46,2	61,4	74,4	112,7	141,3	214,9	245,0	159,7	1253,9
1963/64	117,4	41,8	35,9	36,8	33,8	46,7	83,8	138,6	137,1	218,7	227,4	143,8	1261,9
1975/76	78,7	61,6	28,1	40,4	37,2	54,4	49,7	73,3	145,0	162,5	175,7	107,7	1014,4



EPF

**HERDADE DO ARADE, PORTIMÃO. NÚCLEO DE
DESENVOLVIMENTO ECONÓMICO (NDE)
ESTUDO PRÉVIO (REVISÃO B)
PARTE 9 – ANÁLISE DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS DA
ALBUFEIRA PRINCIPAL
MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA**

Ano hidrológico	Evaporações mensais (dam ³)												Evapor. Anuais (mm)
	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	
1976/77	54,8	43,4	26,5	23,0	16,7	45,5	91,9	107,8	119,2	162,1	167,5	123,1	981,4
1980/81	54,6	36,9	48,3	47,4	42,4	48,2	65,2	95,4	169,1	221,8	167,4	153,8	1150,6
1981/82	95,8	82,1	43,2	37,2	42,0	71,8	58,8	110,1	107,4	139,9	140,0	71,5	999,9
1982/83	64,6	24,6	21,4	26,7	21,7	46,8	52,2	82,2	105,5	68,3	85,5	92,0	691,4
1983/84	54,3	19,0	29,6	23,9	36,8	48,7	56,7	87,6	113,8	181,0	142,8	110,7	905,0
1984/85	51,2	24,4	28,5	29,0	19,7	54,0	70,0	76,4	131,0	165,8	221,7	122,0	993,7
1985/86	85,0	49,7	34,0	41,4	29,2	64,6	75,9	120,5	130,4	167,2	143,5	54,6	996,2
1986/87	35,9	29,8	20,4	19,8	18,4	35,3	44,7	78,7	119,0	162,6	152,3	135,1	852,0
1987/88	54,5	40,9	15,4	28,3	38,5	58,6	76,6	83,2	83,7	182,7	189,1	173,9	1025,4
1988/89	71,4	24,9	44,2	33,1	42,0	52,2	48,1	70,5	164,6	183,2	162,1	114,9	1011,2
1989/90	39,8	37,1	19,7	30,9	29,4	52,5	72,3	76,6	122,6	175,0	180,6	102,7	939,2
1992/93	58,7	36,5	20,3	26,6	32,5	36,4	56,4	52,0	90,9	162,6	114,9	84,1	771,9
2004/05	78,4 (*)	48,5 (*)	34,4 (*)	34,7 (*)	36,8 (*)	49,9 (*)	73,0 (*)	97,3 (*)	140,2 (*)	190,4 (*)	182,5 (*)	132,6 (*)	1098,6
2006/07	78,4 (*)	48,5 (*)	34,4 (*)	34,7 (*)	36,8 (*)	49,9 (*)	73,0 (*)	97,3 (*)	140,2 (*)	190,4 (*)	182,5 (*)	132,6 (*)	1098,6

(*) – valor preenchido multiplicando a evaporação média mensal em tina (tirada do Quadro 16) pelo respetivo coeficiente de tina mensal

3 ESTUDO DA EXPLORAÇÃO DA ALBUFEIRA

3.1 OBJETIVOS

Visando o Uso Eficiente da Água, pretende-se avaliar a possibilidade de utilizar a albufeira da barragem do Morgado de Arge como origem de água principal para a rega dos espaços verdes do empreendimento. No que respeita à rega dos espaços verdes a taxa de garantia do fornecimento dos volumes de água necessários terá que ser de 100%.

É também pretensão utilizar a albufeira da barragem do Morgado de Arge para atividades turísticas e desportivas. Para o estabelecimento destas atividades na albufeira importa não ter uma grande variação dos níveis na albufeira.

3.2 CURVAS DE ÁREAS INUNDADAS E DE VOLUMES ARMAZENADOS

As áreas inundadas e os volumes armazenados na albufeira da barragem do Morgado de Arge são os que se apresentam no Quadro 19:

Quadro 19 – Áreas inundadas e volumes armazenados na albufeira da barragem do Morgado de Arge

Cota do plano de água	Área inundada (m ²)	Volume armazenado (m ³)
7,27	0	0
11,83	23 000	57 500
16,83	67 100	282 700
21,83	127 000	767 900
NPA = 23,33	143 000	1 000 000
26,83	188 600	1 556 800

À cota do NPA, a área inundada é de 143 000 m² e o volume armazenado é de 1 000 000 m³.

Na Figura 2, apresentam-se as curvas de áreas inundadas e de volumes armazenados.

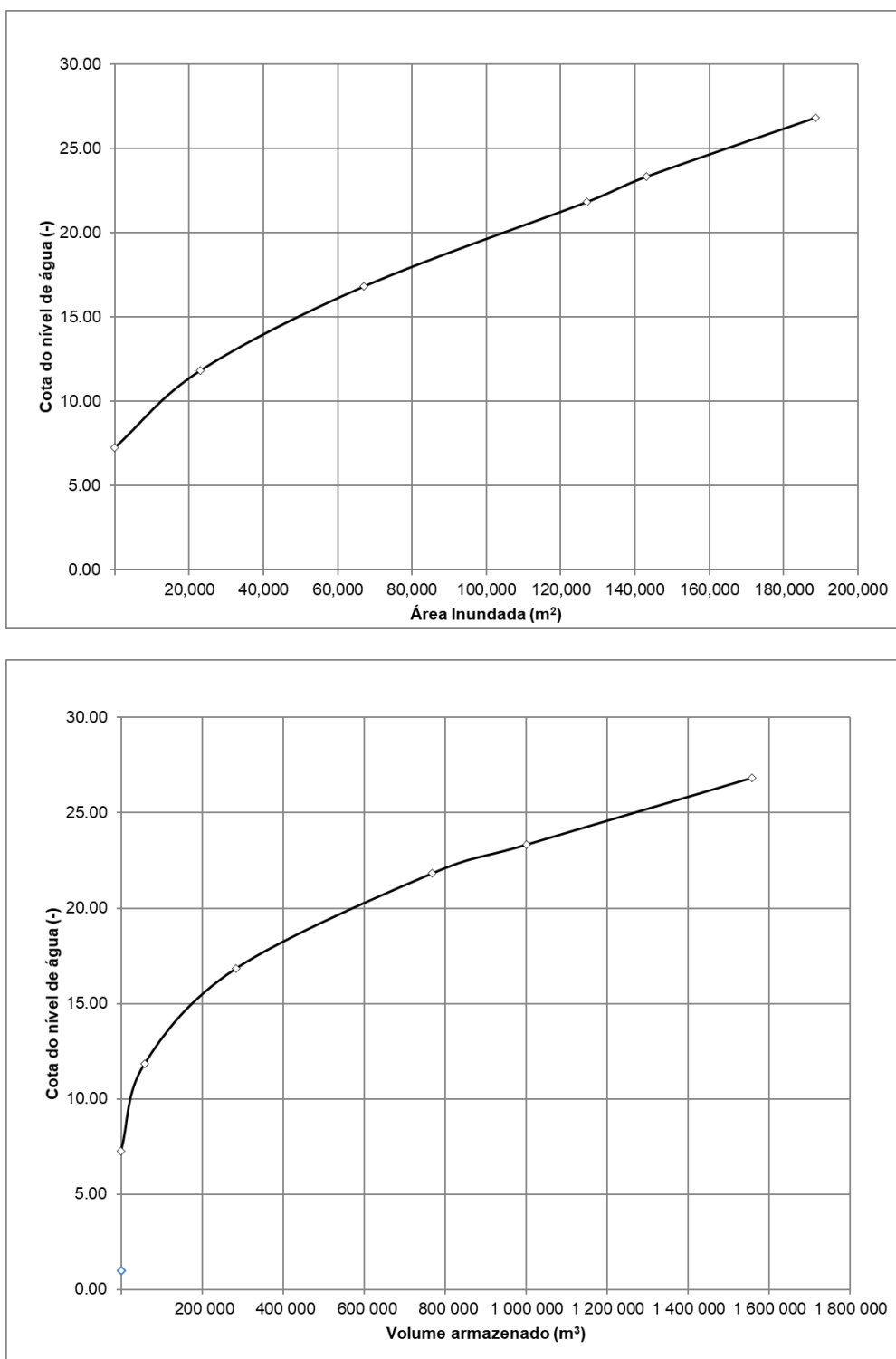


Figura 2 – Curvas de áreas inundadas e de volumes armazenados na albufeira da barragem do Morgado de Arge



3.3 VOLUME ÚTIL E VOLUME MORTO

A barragem do Morgado de Arge já existe e os níveis chave da sua albufeira são as seguintes:

- NPA: 23,33
- NME: 14,33 (cota da tomada de água inferior).

A barragem dispõe de duas tomadas de água (com secção $\phi 300$), estando a tomada de água superior situada à cota 16,83 e a tomada de água inferior situada à cota 14,33.

De acordo com a curva de volumes armazenados apresentada na secção anterior, estes níveis implicam os seguintes volumes de armazenamento:

- Volume útil: 829 900 m³.
- Volume morto: 170 100 m³.
- Volume total: 1 000 000 m³.

3.4 SIMULAÇÃO DA EXPLORAÇÃO DA ALBUFEIRA DA BARRAGEM DO MORGADO DE ARGE

3.4.1 Considerações Prévias

Uma vez fixado, na secção 3.3, o volume morto (170 100 m³) e o nível mínimo de exploração teórico da albufeira da barragem do Morgado de Arge (NME = 14,33), foram feitas, em computador, simulações da exploração desta albufeira, com o objetivo de determinar com que taxa de garantia será possível assegurar os volumes de água necessários para a rega dos espaços do empreendimento e de avaliar o intervalo de variação dos níveis da albufeira, sendo que a partir da albufeira será disponibilizada unicamente água para rega.

As simulações da albufeira foram realizadas para um período consecutivo de 31 anos de exploração e tomando o mês como unidade temporal de cálculo. Com efeito, foi considerado o maior período de anos hidrológicos com séries completas dos escoamentos mensais e das precipitações mensais em simultâneo, tendo-se, assim, selecionado o período entre 1946/47 a 1947/48, entre 1949/50 a 1950/51, entre 1952/53 a 1963/64, entre 1975/76 a 1976/77, entre 1980/81 a 1989/90, 1992/93, 2004/05 e 2006/07, de 31 anos hidrológicos.

Nesse período, de 31 anos, os anos hidrológicos nem sempre são consecutivos, existindo intervalos entre os mesmos. Porém, para a realização das simulações foram geradas séries de 31 anos consecutivos, eliminando-se os intervalos existentes.

Uma vez que a albufeira já se encontra cheia, nas simulações partiu-se de um volume inicial correspondente a 100% do volume total da albufeira (albufeira ao NPA).

Para a construção do modelo de simulação foi necessário:

- determinar os volumes afluentes à albufeira;
- determinar os volumes evaporados na albufeira;
- fixar os volumes derivados para rega.

O processo de obtenção destes volumes é descrito nas secções 3.4.2 a 3.4.4.

Conforme foi justificado na introdução, as simulações foram realizadas sem se considerar caudais ecológicos.

Dado que os consumos de água na albufeira para rega não serão constantes ao longo do tempo (irão variar ao longo das várias fases do desenvolvimento do empreendimento turístico) e uma vez que as aflúências e as evaporações também variam de ano para ano, para se identificarem as situações mais desfavoráveis, foi necessário realizar 31 simulações diferentes, correspondendo às 31 combinações diferentes das séries das aflúências e das séries das evaporações com a série dos consumos.

Na secção 3.4.5 são fixados os critérios de gestão da albufeira, adotados nas simulações, sendo os resultados destas últimas apresentados na secção 3.4.6.

3.4.2 Afluências à Albufeira

Na secção 2.3.4 foi justificado o procedimento adotado para determinar os escoamentos mensais afluentes à albufeira do Morgado de Arge, no período de 31 anos de duração (entre 1946/47 a 1947/48, entre 1949/50 a 1950/51, entre 1952/53 a 1963/64, entre 1975/76 a 1976/77, entre 1980/81 a 1989/90, 1992/93, 2004/05 e 2006/07), apresentados no Quadro 14.

A partir dos valores do Quadro 14 foram geradas 31 séries diferentes das aflúências mensais à albufeira com 31 anos de duração (obtidas rodando os anos hidrológicos), em m³, para realizar as simulações, apresentadas no Anexo 1.

3.4.3 Volumes Evaporados

As evaporações médias em albufeira, em mm, foram determinadas na secção 2.4 e encontram-se compiladas no Quadro 18.

Para determinar os volumes evaporados em cada mês, multiplicaram-se as evaporações médias em albufeira pela área inundada média na albufeira nesse mês.

A partir dos valores do Quadro 18 foram geradas 31 séries diferentes das evaporações mensais na albufeira com 31 anos de duração (obtidas rodando os anos hidrológicos), em mm, para realizar as simulações, apresentadas no Anexo 2.

3.4.4 Caudais para Rega

Os consumos para rega irão variar ao longo das várias fases do desenvolvimento do empreendimento turístico.

No Quadro 20 apresentam-se os volumes a derivar para rega, em m³, ao longo das várias fases do empreendimento, que foram considerados no período de 31 anos simulado. Os consumos para rega ocorrerão a partir do ano 3 do empreendimento (tendo-se feito corresponder ao ano 1 da simulação), aumentando até ao ano 7 do empreendimento, mantendo-se no ano 8 (anos 5 e 6 da simulação), após os quais, irão reduzir até ao ano 13 do empreendimento, mantendo-se no ano 14 (anos 11 e 12 da simulação), mantendo um valor residual constante a partir do ano 15 do empreendimento (ano 13 da simulação).

De salientar que estes volumes foram obtidos majorando os respetivos consumos por um fator de 1,1, contemplando uma percentagem de 10% para fugas e perdas.

Quadro 20 – Volumes mensais e anuais a derivar para rega

	Volume rega (m³)																														
	FASE 1 (ano 3 e 4 empreendim.)		FASE 2 (ano 5 e 6 empreendim.)		FASE 3 (ano 7 e 8 empreendim.)		FASE 4 (ano 9 e 10 empreendim.)		FASE 5 (ano 11 e 12) empreendim.)		EXPLORAÇÃO PLENA																				
											(ano 13 empre end.)	(ano 14 empre end.)	(ano 15 empre end.)	(ano 16 empre end.)	(ano 17 empre end.)	(ano 18 empre end.)	(ano 19 empre end.)	(ano 20 empre end.)													
Mês	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	Ano 11	Ano 12	Ano 13	Ano 14	Ano 15	Ano 16	Ano 17	Ano 18	Ano 19	Ano 20	Ano 21	Ano 22	Ano 23	Ano 24	Ano 25	Ano 26	Ano 27	Ano 28	Ano 29	Ano 30	Ano 31
Outubro	119	119	303	303	489	489	475	475	226	226	56	56	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Novembro	119	119	303	303	489	489	475	475	226	226	56	56	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Dezembro	834	834	2123	2123	3421	3421	3323	3323	1582	1582	391	391	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97
Janeiro	1430	1430	3639	3639	5864	5864	5696	5696	2712	2712	671	671	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166
Fevereiro	1430	1430	3639	3639	5864	5864	5696	5696	2712	2712	671	671	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166	166
Março	1669	1669	4246	4246	6841	6841	6645	6645	3164	3164	783	783	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194
Abril	2384	2384	6066	6066	9774	9774	9494	9494	4520	4520	1118	1118	277	277	277	277	277	277	277	277	277	277	277	277	277	277	277	277	277	277	277
Maio	2384	2384	6066	6066	9774	9774	9494	9494	4520	4520	1118	1118	277	277	277	277	277	277	277	277	277	277	277	277	277	277	277	277	277	277	277
Junho	1669	1669	4246	4246	6841	6841	6645	6645	3164	3164	783	783	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194
Julho	715	715	1820	1820	2932	2932	2848	2848	1356	1356	335	335	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83
Agosto	477	477	1213	1213	1955	1955	1899	1899	904	904	224	224	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Setembro	119	119	303	303	489	489	475	475	226	226	56	56	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Total	13350	13350	33968	33968	54732	54732	53164	53164	25311	25311	6262	6262	1552	1552	1552	1552	1552	1552	1552	1552	1552	1552	1552	1552	1552	1552	1552	1552	1552	1552	1552



3.4.5 Critérios Adotados para a Exploração da Albufeira

Nas secções anteriores, fixaram-se os volumes de água que afluem à albufeira e os que dela serão retirados, por evaporação e para rega.

Na presente secção, definem-se os critérios de exploração que foram adotados nas simulações de exploração da albufeira, para gerir os referidos volumes afluentes e efluentes.

No modelo matemático da simulação da exploração da albufeira, que foi estabelecido para o efeito no presente estudo, foram adotados os seguintes critérios:

- Adoção do mês como unidade temporal de cálculo.
- A consideração de um volume inicial na albufeira igual a 100% do volume total da albufeira (albufeira ao NPA).
- Mês a mês, a aplicação sequencial dos passos seguintes:
 - Soma das afluências mensais ao volume inicial da albufeira;
 - Subtração dos volumes evaporados.
 - Subtração dos volumes para rega, atendendo ao seguinte:
 - Se o volume disponível na albufeira acima da cota do NME (14,33) for superior ao volume mensal de rega no respetivo mês, subtração do volume total para rega, sem considerar restrições;
 - Caso contrário, subtração apenas do volume disponível até ser atingido o nível mínimo de exploração.
- Interrupção completa do abastecimento para rega enquanto o nível se mantiver igual ou inferior ao NME.

Considerou-se, ainda, que:

- sempre que o nível no final de cada mês seja superior ao NPA da albufeira, o volume em excesso em relação ao volume armazenado à cota do NPA será descarregado através do descarregador de cheias;
- se o nível atingir o NME pelo menos uma vez durante um dado ano, esse ano é considerado como um ano de falha, em que não foi possível satisfazer a totalidade dos pedidos de abastecimento de água para rega.

Na secção seguinte, apresentam-se os resultados das várias simulações efetuadas da exploração da albufeira.

3.4.6 Resultados das Simulações

Nas 31 simulações realizadas foram calculados, ao longo dos 31 anos de exploração, os volumes de água na albufeira e os respetivos níveis de água na albufeira, mês a mês, o número de anos de falha e a taxa de garantia no fornecimento dos volumes de água necessários para a rega dos espaços verdes do empreendimento.

No Quadro 21 resumem-se os resultados das 31 simulações realizadas quanto ao número de anos de falha, à taxa de garantia e ao nível mínimo atingido na albufeira.

Quadro 21 –Resumo dos resultados das simulações da exploração da albufeira

Simulação	Nº de anos de falha	Taxa de garantia (%)	Cota do nível mínimo na albufeira
com início no ano 1 (1946/47)	0	100	21,69
com início no ano 2 (1947/48)	0	100	21,45
com início no ano 3 (1949/50)	0	100	21,19
com início no ano 4 (1950/51)	0	100	21,17
com início no ano 5 (1952/53)	0	100	21,22
com início no ano 6 (1953/54)	0	100	21,39
com início no ano 7 (1954/55)	0	100	21,65
com início no ano 8 (1955/56)	0	100	21,83
com início no ano 9 (1956/57)	0	100	22,02
com início no ano 10 (1957/58)	0	100	21,89
com início no ano 11 (1958/59)	0	100	21,66
com início no ano 12 (1959/60)	0	100	21,23
com início no ano 13 (1960/61)	0	100	20,97
com início no ano 14 (1961/62)	0	100	20,69
com início no ano 15 (1962/63)	0	100	20,74
com início no ano 16 (1963/64)	0	100	20,89
com início no ano 17 (1975/76)	0	100	21,15
com início no ano 18 (1976/77)	0	100	21,53
com início no ano 19 (1980/81)	0	100	22,10
com início no ano 20 (1981/82)	0	100	22,12
com início no ano 21 (1982/83)	0	100	22,12
com início no ano 22 (1983/84)	0	100	21,99
com início no ano 23 (1984/85)	0	100	21,83
com início no ano 24 (1985/86)	0	100	21,55
com início no ano 25 (1986/87)	0	100	21,60
com início no ano 26 (1987/88)	0	100	21,76
com início no ano 27 (1988/89)	0	100	21,90
com início no ano 28 (1989/90)	0	100	22,05
com início no ano 29 (1992/93)	0	100	22,08
com início no ano 30 (2004/05)	0	100	22,02

Simulação	Nº de anos de falha	Taxa de garantia (%)	Cota do nível mínimo na albufeira
com início no ano 31 (2006/07)	0	100	21,91

Verificou-se assim o seguinte:

- em todas as simulações não ocorreram anos de falha (consegue-se satisfazer a demanda dos volumes totais necessários para a rega dos espaços verdes do empreendimento em 31 dos 31 anos de simulação), o que equivale a uma taxa de garantia de $31 / 31 = 100\%$, tal como se pretendia;
- a simulação que conduziu à situação mais desfavorável foi a simulação com início no ano 14 (1961/62), correspondendo-lhe um menor nível de água na albufeira, com uma cota do plano de água de 20,69 (2,64 m abaixo da cota do NPA): A variação dos níveis na albufeira ao longo do 31 anos da simulação é apresentada na Figura 3. De destacar que essa variação dos níveis apenas tem significado num período de 5 anos (entre os anos 6 e 10 da simulação), uma vez que no restante período (ao longo de 26 anos) os níveis oscilam apenas sensivelmente entre a cota 23,33 do NPA e a cota 22,5.
- de todas as simulações resulta que as tomadas de água nunca ficam a descoberto.

No Anexo 3, apresentam-se os resultados da simulação efetuada com início no ano 14 (1961/62), que conduziu, respetivamente, à situação mais desfavorável, ao longo dos meses do período de 31 anos de simulação.

No Anexo 4, apresentam-se os balanços hídricos dessa simulação, ano a ano.

Para dar uma imagem do funcionamento do sistema, foram transcritos para o Quadro 22 os balanços hídricos dos seguintes anos hidrológicos característicos:

- Ano 1949/50 (ano aproximadamente médio, em termos de afluências).
- Ano 1992/93 (ano seco com 80% de probabilidade e de ser ultrapassado).
- Ano 1982/83 (ano mais seco de todo o período simulado).

Acrescentou-se ainda, na última coluna do Quadro 22, o balanço anual médio da totalidade do período de 31 anos.

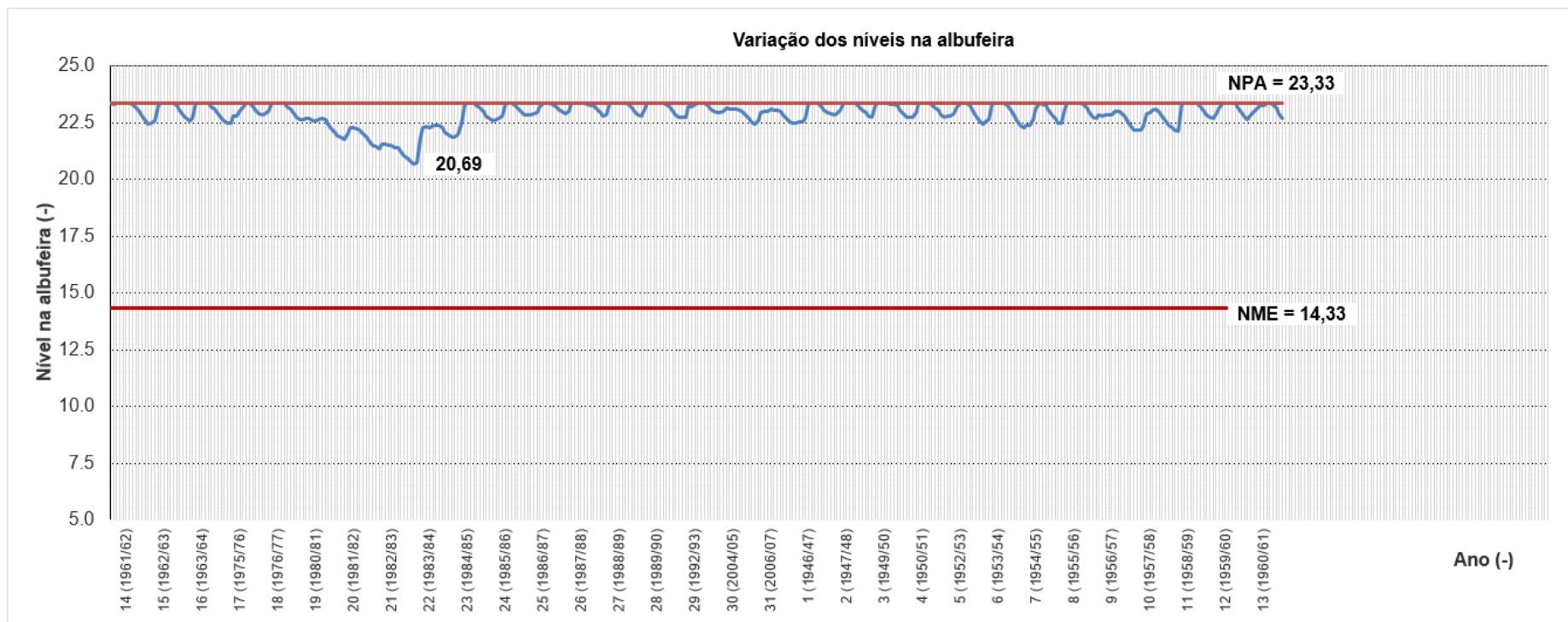
Quadro 22 – Simulação da exploração da albufeira com início no ano 14 na hipótese 2. Balanço de volumes

	1949/50 (ano aproximadamente médio)	1992/93 (ano seco com 80% de probabilidade de ser ultrapassado)	1982/83 (ano mais seco da série simulada)	Valores médios anuais na totalidade do período de 31 anos de simulação
Afluências à albufeira (m³)	+353 004	+176 406	+62 607	+351 030
Volume perdido por evaporação (m³) / (% das afluências anuais)	-148 574 (42%)	-109 081 (62%)	-82 857 (132%)	-155 385 (44%)
Volume captado para rega (m³) / (% das afluências anuais)	- 1 552 (0,4%)	- 1 552 (0,9%)	-53 164 (85%)	-13 002 (4%)
Volume em excesso descarregado pelo descarregador de cheias (m³) / (% das afluências anuais)	-211 425 (60%)	-37 732 (21%)	0 (0%)	-186 195 (53%)
Saldo (diferença entre os volumes armazenados na albufeira no final e no princípio do ano) (m³)	- 8 548	+ 28 040	-73 414	-3 552

Da análise do Quadro 22, constata-se que:

- Em percentagem da afluência recebida pela albufeira no ano, os volumes perdidos por evaporação variam entre 42% num ano médio e 132% no ano mais seco da série. Na média de todos os anos da simulação, o volume perdido por evaporação representa cerca 44% da afluência anual média.
- Os volumes fornecidos para rega representam uma percentagem das afluências anuais variável entre 0,4% num ano médio e 85% no ano mais seco. Em termos médios anuais o volume captado para rega é de cerca de 4% das afluências anuais.
- Os volumes descarregados representam uma percentagem dos volumes afluentes variável entre 60% num ano médio e 0% num ano seco. Em termos médios anuais, o volume descarregado é de cerca de 53% das afluências anuais.

Figura 3 – Variação dos níveis na albufeira na situação mais desfavorável da exploração da albufeira
 (obtida na simulação com início no ano 14)



Lisboa, junho 2022

A Equipa do Projeto

Projetou:

Raquel Lourenço

Verificou:

Victória d'Orey

Aprovou:

Carlos Raposo

ANEXO 1

SÉRIES DAS AFLUÊNCIAS MENSAS À ALBUFEIRA DA BARRAGEM DO MORGADO DE ARGE

ANEXO 2

SÉRIES DAS EVAPORAÇÕES MENSAIS NA ALBUFEIRA

ANEXO 3

**RESULTADOS MENSAIS DA SIMULAÇÃO DA EXPLORAÇÃO DA ALBUFEIRA
COM INÍCIO NO ANO 14 AO LONGO DE 31 ANOS**

ANEXO 4

**RESULTADOS ANUAIS DA SIMULAÇÃO DA EXPLORAÇÃO DA ALBUFEIRA
COM INÍCIO NO ANO 14 AO LONGO DE 31 ANOS**



TPF - CONSULTORES DE ENGENHARIA E ARQUITETURA, S.A.
Rua Laura Alves, N.º 12 - 8º-1050-138 Lisboa, Portugal
Tel. +351 218 410 400
Fax +351 218 410 409
geral@tpf.pt