

## PROJETO TEJO NECESSIDADES E DISPONIBILIDADES DE ÁGUA PARA REGA E OUTRAS UTILIZAÇÕES

Jorge Avelar Froes<sup>1</sup>, Antonio Pedro Carmona Rodrigues<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Associação +Tejo, Rua dos Ferreiros à Estrela, 73 R/C Esq. 1200-672 LISBOA, jorge.froes@planosessenciais.pt

<sup>2</sup> Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Campus de Caparica, acr@fct.unl.pt

### Resumo

O **PROJETO TEJO** prevê a rega de 300.000 ha nas regiões do Vale do Tejo, Beira Baixa, Setúbal e Oeste, incluindo 100.000 ha já atualmente regados.

No presente documento analisam-se, em primeiro lugar, as necessidades de água para rega e outras utilizações, no curto, médio e longo prazo, tendo em conta os modelos culturais possíveis, a tecnologia de rega e as alterações climáticas previsíveis.

Em seguida estudam-se as disponibilidades hídricas da bacia e a sua evolução futura, tendo em consideração, por um lado, o respetivo coberto vegetal e a sua evolução futura e, por outro lado, as alterações climáticas.

Finalmente faz-se o balanço entre necessidades e disponibilidades, tendo em conta a capacidade de armazenamento já existente e a criar, no sentido de verificar se a água disponível é suficiente para, garantindo sempre os caudais ambientais, fazer face às necessidades de água para rega, abastecimento urbano, industrial e turístico.

**Palavras Chave:** Tejo, Rega, Recursos Hídricos, Alterações Climáticas

## 1. INTRODUÇÃO

A Região do Tejo e Oeste, que engloba as bacias hidrográficas do rio Tejo e das ribeiras do Oeste, detém, atualmente, cerca de 150.000 ha de área regada.

Destes, cerca de 100.000 ha estão na área de influência do **PROJETO TEJO**, distribuídos pelo Ribatejo e Setúbal, 80.000 ha, e Oeste, 20.000 ha, dos quais 2/3 abastecidos com águas de origem subterrânea, e 1/3 com águas superficiais.

Os restantes 50.000 ha estão distribuídos pelas cabeceiras da bacia do Tejo, a Norte e Sul, em Regadios coletivos (Idanha, Cova da Beira, Divor, Minutos, Veiros) complementados por regadios individuais, na maioria abastecidos com águas de origem superficial.

A nível das culturas regadas, destaca-se o Milho Grão e Silagem, as Forragens e Prados, as Hortícolas e Horto-industriais, com destaque para o Tomate, os Pomares, mais concentrados no Oeste, o Arroz, no baixo Tejo, e o Trigo regado. No Olival e Vinha, as áreas regadas são reduzidas, mas as de sequeiro são significativas, havendo a tendência para as regar, como tem acontecido por todo o País, nomeadamente a Sul.

O **PROJETO TEJO** pretende reduzir, a longo prazo, o uso das águas subterrâneas para fins agrícolas, passando dos atuais 75.000 ha para 50.000 ha.

Assim, passam a ser regados com águas superficiais derivadas do rio Tejo (já que as do Oeste são de difícil aproveitamento, dado não existirem locais propícios à construção de grandes barragens) 50.000 ha atuais, 25.000 ha regados com águas subterrâneas e 25.000 ha com águas superficiais, aos quais se somam 200.000 ha de novas áreas, num total de 250.000 ha.

A estes acrescem os já existentes 50.000 ha regados nas cumeadas da bacia do Tejo e regados com águas superficiais, num total de 300.000 ha.

Nos próximos capítulos analisam-se as necessidades de água para rega e outras utilizações, a curto, médio e longo prazo, tendo em conta, entre outros fatores, as alterações climáticas previsíveis e o aumento de eficiência dos sistemas de distribuição.

Analisam-se, depois, as disponibilidades hídricas, subterrâneas e superficiais, estas últimas geradas tanto em território nacional como espanhol, também a curto, médio e longo prazo, e tendo em consideração as alterações climáticas mais plausíveis dentro dos cenários que têm vindo a ser definidos para esta região da península ibérica.

Finalmente faz-se o balanço entre necessidades e disponibilidades, verificando-se a viabilidade do abastecimento das áreas pretendidas, e definindo-se a capacidade de armazenamento necessária para responder aos diferentes cenários em análise.

Apesar da zona de influência do **PROJETO TEJO** não abranger as áreas regadas das cabeceiras do rio Tejo, a Norte e a Sul, as mesmas deverão ser consideradas na definição global das necessidades e disponibilidades e, posteriormente, na execução do respetivo balanço.

## 2. NECESSIDADES HÍDRICAS

### 2.1. Necessidades Históricas [PGRH Tejo e Oeste 2016]

De acordo com o Plano de Gestão de Região Hidrográfica do Tejo e Ribeiras do Oeste, de 2016 [PGRH2016], as Necessidades Hídricas Totais Líquidas, incluindo Agricultura, Abastecimento Urbano e Industrial, sem Energia, rondam os 1.707 hm<sup>3</sup>/ano.

Daquele volume, retornam ao meio hídrico cerca de 392 hm<sup>3</sup>/ano, resultando para os usos líquidos um valor igual a  $(1.707 - 392) = 1.315$  hm<sup>3</sup>/ano, com a seguinte distribuição por tipos de usos:

*Quadro 1 – Necessidades Hídricas Históricas por Utilização e Origem (hm<sup>3</sup>/ano)*

USO	NECESSIDADES	% Total	RETORNO	USO LÍQUIDO	% Total
Agrícola	1.173	69%	175	998	76%
Urbano	394	23%	180	215	16%
Outros <sup>(1)</sup>	140	8%	37	102	8%
<b>TOTAL</b>	<b>1.707</b>		<b>392</b>	<b>1.315</b>	
<i>Origem Superficial</i>	885	52%	254	631	48%
<i>Origem Subterrânea</i>	822	48%	138	684	52%

(1) Indústria + Pecuária + Turismo + Outros

Do quantitativo total usado, 1.707 hm<sup>3</sup>/ano, 885 hm<sup>3</sup>/ano (52%) derivam de águas superficiais e 822 hm<sup>3</sup>/ano (48%) de águas subterrâneas.

### 2.2. Análise das Necessidades Hídricas Agrícolas do PGRH Tejo e Oeste 2016

No [PGRH2016] consta uma área regada na região de 149.220 ha, implicando consumos totais de 1.173 hm<sup>3</sup>/ano, o que se traduz numa dotação média de 7.861 m<sup>3</sup>/ha/ano, quantitativo que se considera manifestamente excessivo, face à realidade nacional atual bem como às perspetivas a médio e longo prazo.

De facto, aquele valor compara com os elementos constantes dos [PGRH2012] onde, para uma área regada de  $(145.160 + 20.988) = 166.148$  ha, os consumos totais são de  $(881 + 68) = 949$  hm<sup>3</sup>/ano, traduzindo-se numa dotação média de 5.712 m<sup>3</sup>/ha/ano, 73% da anterior.

Compara, também, com a dotação média do Regadio do Sorraia em anos recentes, perímetro representativo da área regada e a regar, que é (sem o arroz) da ordem dos 5.700 m<sup>3</sup>/ha/ano.

A mesma diferença de dotações é detetada face aos consumos no Aproveitamento do Alqueva, tendo em conta que as diferenças da evapotranspiração.

Em conclusão, considera-se que os volumes de água usados no regadio referidos no [PGRH2016] estão sobredimensionados, devendo-se utilizar os valores constantes nos [PGRH2012] como sendo os que mais se aproximam da realidade.

### 2.3. Necessidades Hídricas Atuais e Futuras

As Necessidades hídricas agrícolas constantes dos [PGRH2016] e [PGRH2012] foram definidas com base em dados climáticos históricos anteriores a 2000.

Entretanto, no [PGRH2016] já se referem as variações previstas para diversos parâmetros climáticos e hidrológicos para os períodos de [1991-2020], [2021-2050] e [2071-2100]. Nesta perspetiva ir-se-ão considerar os seguintes períodos na determinação dos usos futuros:

- **Curto Prazo** – 2020/30 – Correspondente à situação atual - Utilização dos dados do período de 1991-2020.
- **Médio Prazo** – 2040/50 – 100.000 ha de novo regadio e modernização de 100.000 ha de regadio existente - Utilização dos dados do período de 2021-2050.
- **Longo Prazo** – 2060/70 – Horizonte de Projeto, com 200.000 ha de novo regadio e modernização de 150.000 ha de regadio existente - Utilização da média dos dados dos períodos de 2021-2050 e 2070 – 2100.
- **Muito Longo Prazo** – 2080/90 - Regadio de 350.000 ha (300.000 ha do PROJETO TEJO e 50.000 ha de Regadios já existentes nas cabeceiras da bacia do Tejo) em velocidade de cruzeiro - Utilização dos dados do período de 2070-2100.

Além disso, ir-se-á admitir uma redução progressiva do uso de águas subterrâneas a nível agrícola, concentrando esta origem, mais segura e resiliente, no abastecimento urbano e industrial, cuja garantia de abastecimento deverá ser máxima.

## 2.4. Usos Agrícolas

### 2.4.1. Considerações Gerais

Na componente Agrícola, admite-se que as dotações unitárias de rega tenderão, por um lado, a subir, fruto das alterações climáticas mas, por outro lado, a baixar, em resultado da modernização e automatização dos sistemas de rega.

No que se refere às Alterações Climáticas, estudos recentes a nível nacional, apontam para acréscimos das dotações a muito longo prazo (2080/2090), na perspetiva da manutenção da produtividade, dependendo do tipo de cultura:

- Culturas anuais (Milho, Horto-industriais, etc.) – acréscimos da ordem dos 25%.
- Culturas permanentes (Pomares, Olival, Vinha, etc.) – acréscimos da ordem dos 30%.

Por outro lado, a agricultura nacional tem sofrido, na última década, uma forte modernização, que levou, e continuará a levar, a uma redução significativa das necessidades, a saber:

- Substituição da rega superficial e por aspersão por rega localizada, mais eficiente, possibilitando uma poupança, a longo prazo, entre 10% e 20%, consoante a cultura.
- Gestão da rega em tempo real, com definição diária da dotação real com base em dados meteorológicos locais, possibilitando uma poupança, a longo prazo, entre 5% e 15%, consoante a cultura.

Alem da variação das dotações unitárias de cada cultura, existem 2 fatores que influenciarão os volumes totais utilizados, a saber:

- Os modelos de ocupação tenderão a privilegiar as culturas com menores consumos hídricos, tal como aconteceu no Alqueva, fazendo baixar a dotação unitária global.
- A expansão da área de rega, atualmente de 150.000 ha na região do Tejo & Oeste, em 200.000 ha, no âmbito do **PROJETO TEJO**, para um total de 350.000 ha.

#### 2.4.2. Áreas Regadas e Origens de Água

A área regada atualmente na Região do Tejo & Oeste, ronda os 150.000 ha [PGRH2016] dos quais perto de 50% são regados a partir de águas superficiais e 50% com águas subterrâneas.

A médio/longo prazo, pretende-se reduzir o uso de águas subterrâneas na agricultura, deixando-a para usos com maior exigência de garantia e de qualidade, a saber:

*Quadro 2 – Áreas de Rega por Origem de Água (ha)*

ORIGEM	2020/2030	2040/2050	2060/2070	2080/2090
ORIGEM SUPERFICIAL	75.000	200.000	300.000	300.000
ORIGEM SUBTERRÂNEA	75.000	50.000	50.000	50.000
<b>TOTAL</b>	<b>150.000</b>	<b>250.000</b>	<b>350.000</b>	<b>350.000</b>

Como se vê, pretende-se a redução do uso das águas subterrâneas na agricultura em 33%, passando dos atuais 75.000 ha para os 50.000 ha num horizonte de médio prazo.

#### 2.4.3. Modelos Culturais

A nível das culturas regadas, destaca-se o Milho Grão e Silagem, as Forragens e Prados, as Hortícolas e Horto-industriais, os Pomares, mais concentrados no Oeste, o Arroz, no baixo Tejo, e o Trigo regado.

As áreas de Olival e a Vinha regadas são reduzidas, mas as de sequeiro são significativas, havendo a tendência para as regar, como tem acontecido por todo o País.

A passagem dos atuais 150.000 ha regados para os futuros 350.000 ha, deverá ser feita tendo em conta a seguinte lógica de planeamento agrícola:

- Rega das áreas de Milho e Forragens com água superficial, a custos inferiores aos das águas subterrâneas, fundamental para a manutenção da componente agropecuária.
- Rega das Culturas Horto-industriais rega com águas superficiais a custos inferiores aos das águas subterrâneas.
- Aumento da área de Hortícolas, dada a proximidade do grande mercado consumidor que é a Grande Lisboa, na lógica dos circuitos curtos agroalimentares.
- Rega de Culturas atualmente não regadas, Olival e a Vinha, cuja continuação passa, necessariamente, pelo regadio, em resultado das alterações climáticas.
- Acréscimo da área de Pomares, com elevado potencial exportador, cuja atual limitação a nível hídrico, o uso de águas subterrâneas, tem feito migrar a respetiva expansão para outros locais, como o Alqueva
- Culturas anuais representando mais de 50% da área total, de forma a não pôr em causa a manutenção das culturas permanentes em eventuais anos muito secos.

Note-se que as culturas descritas cobrem a variabilidade normal das necessidades hídricas num leque alargado de culturas de regadio, com um máximo no Milho e um mínimo na Vinha, pelo que se podem considerar como representativas de outras que se venham a praticar.

Nesta perspetiva, aponta-se para a seguinte evolução possível das culturas regadas representativas até ao horizonte de projeto:

*Quadro 3 – Modelos Culturais e Áreas Totais de Rega (ha)*

CULTURAS	2020/2030	2040/2050	2060/2070	2080/2090
Milho (+ Forragens + Prado)	80.000	80.000	80.000	80.000
Hortícolas + Hortoindustriais	45.000	70.000	110.000	110.000
Pomares (+ Frutos Secos)	20.000	40.000	60.000	60.000
Olival <sup>(1)</sup>	3.000	30.000	50.000	50.000
Vinha <sup>(2)</sup>	2.000	30.000	50.000	50.000
<b>TOTAL</b>	<b>150.000</b>	<b>250.000</b>	<b>350.000</b>	<b>350.000</b>

(1) O Olival ocupa mais de 50.000 ha, grande parte não regada

(2) A Vinha ocupa 50.000 ha, grande parte não regada

O período de 2020/2030 corresponde à situação constante dos PGRH2012 (desconhece-se o modelo cultural inerente ao PGRH2016) considerando-se que a situação estabiliza no período de 2060/2070, altura em que o Projeto estará já em velocidade de cruzeiro.

Entretanto, só 300.000 ha serão abastecidos com águas superficiais, objeto da presente análise. Assim, e para esta área, aponta-se para a evolução possível das culturas regadas a seguir indicada.

**Quadro 4 – Modelos Culturais e Áreas de Rega com Origem Superficial (ha)**

CULTURAS	2020/2030	2040/2050	2060/2070	2080/2090
Milho (+ Forragens + Prado)	40.000	64.000	75.000	75.000
Hortícolas + Hortoindustriais	32.000	56.000	90.000	90.000
Pomares (+ Frutos Secos)	3.000	32.000	50.000	50.000
Olival <sup>(1)</sup>	0	24.000	45.000	45.000
Vinha <sup>(2)</sup>	0	24.000	40.000	40.000
<b>TOTAL</b>	<b>75.000</b>	<b>200.000</b>	<b>300.000</b>	<b>300.000</b>

(1) O Olival ocupa mais de 50.000 ha, grande parte não regada

(2) A Vinha ocupa 50.000 ha, grande parte não regada

#### 2.4.4. Dotações de Rega Atuais

As Dotações Totais de Rega atuais, para cada uma das Culturas em presença, foram estabelecidas com base nos valores constantes dos [PGRH2012], nos valores adotados no Alqueva, com o acerto relativo às diferenças da evapotranspiração, e os consumos reais dos regadios da região considerados representativos, como o Sorraia.

As Dotações Úteis foram definidas adotando uma Eficiência de Rega de 75% para as culturas anuais, regadas por aspersão, mini-aspersão e gota-a-gota, e de 90% para as culturas permanentes regadas gota-a-gota, conforme consta do [PGRH2012]:

**Quadro 5 – Dotações Rega Totais e Úteis (m<sup>3</sup>/ha)**

CULTURAS	Dotação total	Eficiência	Dotação Útil
Milho	5.970	75%	4.480
Hortícolas + Horto-industriais	5.310	75%	3.980
Pomares + Frutos Secos	3.290	90%	2.960
Olival	2.110	90%	1.900
Vinha	1.660	90%	1.490

#### 2.4.5. Dotações de Rega Futuras

A projeção destas dotações para o horizonte de projeto implica ter em consideração diferentes fatores.

Por um lado, as Alterações Climáticas levam ao aumento das necessidades de água. Assim, e tendo em conta diferentes estudos sobre o tema, adotaram-se diferentes valores, a muito longo prazo (2080/2090), consoante as culturas sejam anuais ou permanentes:

- Culturas anuais (Milho, Hortícolas e Horto-industriais, etc.) – aumento de 25%
- Culturas permanentes (Pomares, Olival, Vinha, etc.) - aumento de 30%.

Por outro lado, assistir-se-á a uma redução das necessidades de água, fruto duma gestão inteligente e em tempo real da rega e duma maior eficiência dos sistemas de rega e da expansão da rega localizada a mais culturas.

No que se refere à gestão inteligente da rega (a mal designada “rega deficitária”, cujo nome poderá antes ser “rega de precisão”) e em tempo real, tem-se:

- Culturas anuais – redução de 15%
- Culturas permanentes - redução de 10%.

Quanto ao aumento da eficiência e à expansão da área regada gota-a-gota, também se distinguiram as culturas:

- Culturas anuais - aumento da (baixa) eficiência atualmente considerada, 75%, para 95%, conduzindo a uma redução na dotação de 21%.
- Culturas permanentes – aumento da eficiência atualmente considerada, 90%, para 97%, conduzindo a uma redução na dotação de 7%

Distribuindo estes valores pelos períodos referidos, têm-se as variações constantes do Quadro seguinte, onde, se prevê, para as culturas anuais, a muito longo prazo, uma redução de 16%. Já para as culturas permanentes, prevê-se um aumento de 9%.

**Quadro 6 – Variação das Necessidades Hídricas Agrícolas Totais**

Variação	2020/2030	2040/2050	2060/2070	2080/2090
<b>CULTURAS ANUAIS</b>	<b>100%</b>	<b>83%</b>	<b>83%</b>	<b>84%</b>
<i>Aumento por Alterações Climáticas</i>	100%	105%	115%	125%
<i>Redução por + Método + Eficiência</i>	100%	88%	83%	79%
<i>Redução por + Rega Precisão + Gestão</i>	100%	90%	87%	85%
<b>CULTURAS PERMANENTES</b>	<b>100%</b>	<b>97%</b>	<b>102%</b>	<b>109%</b>
<i>Aumento por Alterações Climáticas</i>	100%	105%	117%	130%
<i>Redução por + Eficiência + Gestão</i>	100%	97%	95%	93%
<i>Redução por + Rega Precisão + Gestão</i>	100%	95%	92%	90%

Como se pode ver, assiste-se a uma primeira fase de redução das dotações relativamente à situação atual, enquanto o aumento da eficiência global da rega é superior ao efeito das alterações climáticas. Depois, a situação altera-se, quando se atinge a eficiência máxima, mas alterações climáticas continuam a atuar.

Nas culturas anuais, a dotação a muito longo prazo é inferior à dotação atual, pois são possíveis poupanças significativas, nomeadamente mediante passagem da rega superficial e por aspersão para localizada.

Nas culturas permanentes, já atualmente equipadas com rega localizada e tecnologia bastante eficiente, não se consegue uma poupança tão acentuada, pelo que a dotação a longo prazo virá superior à atual.

Cruzando as Dotações Totais de Rega atuais, já anteriormente referidas, com as Variações positivas e negativas previstas ao longo do tempo do Projeto, ter-se-ão as dotações futuras a seguir referidas.



*Quadro 7 – Variação das Dotações Totais de Rega (m<sup>3</sup>/ha)*

CULTURAS	2020/2030	2040/2050	2060/2070	2080/2090
Milho	5.970	4.980	4.980	5.010
Hortícolas + Horto-industriais	5.310	4.430	4.430	4.450
Pomares	3.290	3.180	3.350	3.570
Olival	2.110	2.040	2.150	2.290
Vinha	1.660	1.600	1.690	1.800

De referir que, por uma questão de segurança, se apresentam os valores das dotações totais e não das dotações úteis.

De facto, a diferença corresponde a perdas por evaporação, escoamento e percolação, em parte contabilizadas nos chamados “retornos”, cujos valores constam do [PGRH2016], e que se consideram como não reutilizáveis como recurso hídrico superficial.

Parte destes “retornos”, nomeadamente os correspondentes à percolação profunda, irão alimentar os aquíferos, contribuindo para a sua resiliência. Outra parte, correspondente ao escoamento, poderá considerar-se como perda do futuro sistema global de distribuição.

No que se refere aos anos húmido e seco a nível agrícola, constata-se que a variação das dotações anuais é da ordem dos  $\pm 12\%$ , relativamente ao ano médio. No entanto, não existe relação estatística entre os anos secos agrícolas (mais quentes no Verão) e os anos secos hidrológicos (menos chuvosos no Inverno), pelo que os mesmos não devem ser associados.

#### 2.4.6. Necessidades Agrícolas Totais Anuais

Cruzando os valores das dotações unitárias anteriores com as áreas de rega de cada cultura, encontram-se as necessidades hídricas totais agrícolas ao longo dos anos do Projeto:

*Quadro 8 – Necessidades Hídricas Culturais Totais (hm<sup>3</sup>/ano)*

CULTURAS	2020/2030	2040/2050	2060/2070	2080/2090
<i>Área Total de Rega</i>	<i>150.000 ha</i>	<i>250.000 ha</i>	<i>350.000 ha</i>	<i>350.000 ha</i>
Milho	478	398	398	401
Hortícolas + Horto-industriais	239	310	487	490
Pomares	66	127	201	214
Olival	6	61	108	115
Vinha	3	48	85	90
<b>TOTAL</b>	<b>792</b>	<b>944</b>	<b>1.279</b>	<b>1.309</b>
<i>Total por ha (m<sup>3</sup>/ha/ano)</i>	<i>5.581</i>	<i>3.778</i>	<i>3.680</i>	<i>3.767</i>
<i>Origem Superficial</i>	<i>419</i>	<i>756</i>	<i>1.104</i>	<i>1.130</i>
	<i>53%</i>	<i>80%</i>	<i>86%</i>	<i>86%</i>
<i>Origem Subterrânea</i>	<i>373</i>	<i>189</i>	<i>175</i>	<i>179</i>
	<i>47%</i>	<i>20%</i>	<i>14%</i>	<i>14%</i>

Como se vê, prevê-se um aumento, a muito longo prazo, das necessidades hídricas totais, dos atuais 792 hm<sup>3</sup>/ano, para a rega de 150.000 ha com uma dotação de 5.581 m<sup>3</sup>/ha/ano, para os futuros 1.309 hm<sup>3</sup>/ano, para a rega de 350.000 ha, com uma dotação de 3.767 m<sup>3</sup>/ha/ano.

Entretanto, aponta-se para que o peso da água superficiais no abastecimento agrícola suba, a longo prazo, dos atuais 53% para 86%, seguindo as águas subterrâneas o caminho inverso, e passando de 47% para 14%.

Finalmente, e no sentido de verificar a sensibilidade das Necessidades a outros modelos culturais, estabeleceram-se dois cenários alternativos, um de maior consumo, baseado em mais culturas anuais, e outro de menor consumo, baseado em mais culturas permanentes.

Os resultados obtidos apontam para variações máximas das necessidades hídricas da ordem dos ±10%, o que se considera estar dentro da folga existente a nível das disponibilidades.

#### 2.4.7. Necessidades Agrícolas Totais Mensais

De modo a permitir o posterior Balanço Hídrico, entre necessidades e disponibilidades, a nível mensal, procedeu-se à distribuição das Necessidades Hídricas Culturais Anuais pelos meses do ano, tendo em conta os ciclos culturais normais de cada cultura e o seu peso percentual no modelo cultural ao longo dos anos.

No que se refere aos ciclos culturais e às correspondentes frações de rega, consideraram-se, com base em dados regionais e valores da zona do Alqueva, os valores seguintes.

*Quadro 9 – Distribuição Percentual das Necessidades Hídricas Agrícolas*

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
Milho					3%	24%	35%	35%	3%				100%
Horto-industriais				3%	5%	28%	33%	27%	4%				100%
Pomares					3%	44%	40%	13%					100%
Olival					6%	9%	24%	23%	23%	15%			100%
Vinha						20%	32%	35%	13%				100%

Cruzando estes valores com as dotações anuais por cultura têm-se os seguintes valores finais relativos às necessidades Hídricas Culturais mensais:

*Quadro 10 – Necessidades Hídricas Agrícolas Totais Mensais (hm<sup>3</sup>)*

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
2020/2030				7	29	212	275	243	26	1			792
2040/2050				9	35	253	323	270	45	9			944
2060/2070				15	49	347	434	351	67	16			1.279
2080/2090				15	50	356	444	358	70	17			1.309

Como se vê, os volumes anuais de rega dividem-se pelos meses do ano entre Abril e Outubro, com um patamar em [Junho-Julho-Agosto], correspondente a 88% do consumo total anual.

## 2.5. Usos Não Agrícolas

### 2.5.1. Necessidades Hídricas Atuais

Os volumes anuais atualmente alocados a cada tipo de uso não agrícola, e por origem, são os constantes do Quadro seguinte [PGRH2016].

*Quadro 11 – Necessidades Hídricas Não Agrícolas (hm<sup>3</sup>/ano)*

TIPO DE USO	Volume anual	%
Urbano	214	69%
Industrial + Turismo	49	16%
Outros	47	15%
<b>TOTAL</b>	<b>310</b>	
<i>Origem Superficial</i>	<i>208</i>	<i>67%</i>
<i>Origem Subterrânea</i>	<i>102</i>	<i>33%</i>

Como se pode verificar, da totalidade dos usos não agrícolas, 69% correspondem a usos urbanos e 31% a outros usos. Quanto à origem da água, 67% dos usos têm origem em águas superficiais, enquanto 33% são águas subterrâneas.

### 2.5.2. Necessidades Hídricas Não Agrícolas Futuras

A nível das futuras Utilizações Não Agrícolas, considera-se que as Alterações Climáticas levarão a um acréscimo das mesmas, quer a nível dos usos domésticos, quer no que se refere aos usos complementares, como seja a rega de espaços verdes.

Este acréscimo será, entretanto, compensado pela redução dos consumos resultante duma maior eficiência dos sistemas de distribuição dos sistemas urbanos, cujos consumos representam cerca de 2/3 dos Usos Não Agrícolas.

No que se refere à quantificação, ao longo do tempo, destas variações positivas e negativas destes usos, ter-se-á o seguinte:

- Não é expectável uma variação significativa da população servida a longo prazo, o que se traduz na manutenção da situação atual, a nível do número de utilizadores.
- As Alterações Climáticas levarão a um acréscimo dos usos domésticos e não domésticos, nomeadamente a rega de espaços verdes, que tenderão, simultaneamente, a aumentar de área e de dotação unitária, admitindo-se que, a muito longo prazo, esse aumento se aproxime dos 25%.
- A atual política de redução de perdas das redes, aumento da respetiva eficiência, redução de consumos não humanos, etc., levará a uma redução dos consumos globais, que se estabelece, a longo prazo, e tendo em conta os dados constantes do Plano Nacional do Uso Eficiente da Água, em cerca de 15%.

Ter-se-á, então, e tendo em conta o anteriormente exposto, a seguinte variação possível dos usos não agrícolas ao longo dos anos:

**Quadro 12 – Variação das Necessidades Hídricas Não Agrícolas**

Variação	2020/2030	2040/2050	2060/2070	2080/2090
<b>Total</b>	<b>100,0%</b>	<b>80,3%</b>	<b>73,3%</b>	<b>79,7%</b>
<i>Aumento por Alterações Climáticas</i>	100%	105%	115%	125%
<i>Redução por + Eficiência</i>	100%	90%	85%	85%

De notar que se prevê o aproveitamento crescente dos efluentes domésticos tratados, ou Águas para Reutilização, ApR, nos usos urbanos complementares, nomeadamente nas regas de espaços verdes e lavagens de pavimentos exteriores, o que levará à redução das necessidades de água tratada.

As ApR, geradas nas ETARs, terão também um aproveitamento agrícola, turístico, nomeadamente o Golfe (tal como sucede já em algumas zonas do Algarve) e industrial (arrefecimento), eventualmente a partir de redes de distribuição dedicadas, admitindo-se que a totalidade dos retornos urbanos e industriais superficiais sejam utilizados no futuro.

Finalmente, aponta-se, nestes usos não agrícolas que implicam uma maior garantia de abastecimento e de qualidade, para a utilização preferencial de águas subterrâneas, mais resilientes e com menores problemas potenciais de qualidade do que os recursos hídricos superficiais, na situação específica do vale do Tejo.

**Quadro 13 – Necessidades Hídricas Não Agrícolas (hm<sup>3</sup>/ano)**

NECESSIDADES	2020/2030	2040/2050	2060/2070	2080/2090
<b>TOTAL</b>	<b>310</b>	<b>249</b>	<b>227</b>	<b>247</b>
<i>Variação</i>	100,0%	80,3%	73,3%	79,7%
<b>ORIGENS</b>				
Águas Superficiais	208	137	102	86
	67%	55%	45%	35%
Águas Subterrâneas	102	112	125	161
	33%	45%	55%	65%

Como se pode verificar, é expectável que, a muito longo prazo, as utilizações não agrícolas passem dos atuais 310 hm<sup>3</sup>/ano para perto de 247 hm<sup>3</sup>/ano, o que corresponde a uma redução de, sensivelmente, (-20%).

Entretanto, a origem subterrânea da água deverá passar dos atuais 102 hm<sup>3</sup>/ano, cerca de 33% do total, para 161 hm<sup>3</sup>/ano, perto de 65% do total, seguindo a origem superficial o caminho inverso.

### 2.5.3. Necessidades Não Agrícolas Totais Mensais

De forma a permitir o posterior Balanço Hídrico a nível mensal, procedeu-se à distribuição das Necessidades Hídricas Não Agrícolas Anuais pelos meses do ano.

Para tal, teve-se em consideração que os consumos humanos são relativamente constantes ao longo do ano, mas os consumos complementares, nomeadamente os inerentes à rega, seguem uma curva semelhante à dos usos agrícolas, já anteriormente referida. Nesta perspetiva, ter-se-á o seguinte:

*Quadro 14 – Distribuição Percentual das Necessidades Hídricas Não Agrícolas*

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
	7%	7%	8%	8%	9%	9%	10%	10%	9%	9%	7%	7%	100%

Cruzando estes valores com as Necessidades Anuais por período anteriormente referidos, têm-se os valores finais relativos às Necessidades Hídricas Não Agrícolas Totais Mensais apresentados no Quadro seguinte.

*Quadro 15 – Necessidades Hídricas Não Agrícolas Totais Mensais (hm<sup>3</sup>)*

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
2020/2030	22	22	25	25	28	28	31	31	28	28	22	22	310
2040/2050	17	17	20	20	22	22	25	25	22	22	17	17	249
2060/2070	16	16	18	18	20	20	23	23	20	20	16	16	227
2080/2090	17	17	20	20	22	22	25	25	22	22	17	17	247

## 2.6. Necessidades Hídricas Totais

### 2.6.1. Necessidades Anuais Atuais e Futuras

Somando as Necessidades Agrícolas e Não Agrícolas, obtêm-se as Necessidades Hídricas Totais, em ano médio, bem como a respetiva distribuição por origem de água superficial ou subterrânea:

*Quadro 16 – Necessidades Hídricas Totais (hm<sup>3</sup>/ano)*

NECESSIDADES	2020/2030	2040/2050	2060/2070	2080/2090
AGRÍCOLAS	792	944	1.279	1.309
NÃO AGRICOLAS	310	249	227	247
<b>TOTAL</b>	<b>1.102</b>	<b>1.193</b>	<b>1.506</b>	<b>1.557</b>
ORIGENS				
	57%	75%	80%	78%
Águas Superficiais	<b>627</b>	<b>892</b>	<b>1.206</b>	<b>1.217</b>
	43%	25%	20%	22%
Águas Subterrâneas	<b>475</b>	<b>301</b>	<b>300</b>	<b>340</b>

Como se pode verificar, é expectável que as Necessidades Hídricas Totais passem, a muito longo prazo, dos atuais 1.102 hm<sup>3</sup>/ano para 1.557 hm<sup>3</sup>/ano, um acréscimo de (+41%).

Entretanto, a origem superficial da água passará dos atuais 627 hm<sup>3</sup>/ano (57% do total) para 1.217 m<sup>3</sup>/ano (78% do total), e seguindo a origem subterrânea o caminho inverso.

### 2.6.2. Necessidades Hídricas Totais de Origem Superficial

Tendo em conta que se pretende fazer o balanço hídrico mensal relativo às águas superficiais derivadas do rio Tejo, interessa saber as necessidades mensais com esta origem que, conforme se viu anteriormente, são as seguintes a nível anual:

*Quadro 17 – Necessidades Hídricas Culturais Totais c/ Origem Superficial (hm<sup>3</sup>/ano)*

NECESSIDADES	2020/2030	2040/2050	2060/2070	2080/2090
NECESSIDADES AGRÍCOLAS	419	756	1.104	1.130
NECESSIDADES NÃO AGRÍCOLAS	208	137	102	86
<b>TOTAL</b>	<b>627</b>	<b>892</b>	<b>1.206</b>	<b>1.217</b>

Estes quantitativos totais anuais distribuem-se ao longo dos meses do ano da forma apresentada no Quadro seguinte.

*Quadro 18 – Necessidades Hídricas Totais Mensais c/ Origem Superficial (hm<sup>3</sup>)*

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
<b>2020/2030</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>17</b>	<b>22</b>	<b>35</b>	<b>128</b>	<b>164</b>	<b>152</b>	<b>33</b>	<b>19</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>627</b>
AGRICOLA				5	16	109	144	131	14	0			419
NÃO AGRÍCOLA	15	15	17	17	19	19	21	21	19	19	15	15	208
<b>2040/2050</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>18</b>	<b>40</b>	<b>215</b>	<b>272</b>	<b>230</b>	<b>48</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>892</b>
AGRICOLA				7	28	203	258	216	36	7			756
NÃO AGRÍCOLA	10	10	11	11	12	12	14	14	12	12	10	10	137
<b>2060/2070</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>20</b>	<b>51</b>	<b>306</b>	<b>384</b>	<b>316</b>	<b>67</b>	<b>24</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>1.206</b>
AGRICOLA				12	42	297	374	306	58	15			1.104
NÃO AGRÍCOLA	7	7	8	8	9	9	10	10	9	9	7	7	102
<b>2080/2090</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>19</b>	<b>51</b>	<b>312</b>	<b>392</b>	<b>320</b>	<b>68</b>	<b>23</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>1.217</b>
AGRICOLA				12	43	305	383	312	60	15			1.130
NÃO AGRÍCOLA	6	6	7	7	8	8	9	9	8	8	6	6	86

Uma nota final sobre os **CAUDAIS AMBIENTAIS**, que não constam dos balanços apresentados nos [PGRH2012] e [PGRH2016].

Considera-se que os mesmos deverão ser assumidos a nível dos usos, tendo-se adotado, nos Balanços Hídricos efetuados posteriormente, um valor correspondente a 10% das aflúncias superficiais de cada mês concreto, na série de (12\*30) = 360 meses considerados nas simulações.

### 3. DISPONIBILIDADES HÍDRICAS

#### 3.1. Disponibilidades Hídricas Atuais

##### 3.1.1. Disponibilidades Totais

Ao rio Tejo afluem, em média, 13.620 hm<sup>3</sup>/ano, dos quais 6.270 hm<sup>3</sup>/ano derivados da parte Portuguesa da bacia, e 7.350 hm<sup>3</sup>/ano, já em regime modificado, da bacia Espanhola [PGRH2016].

Àqueles valores somam-se 440 hm<sup>3</sup>/ano relativos às afluições das ribeiras do Oeste, num total de 14.060 hm<sup>3</sup>/ano [PGRH2016].

A estes Recursos Hídricos Superficiais acrescem os Recursos Hídricos Subterrâneos na região do Tejo e Oeste, cerca de 3.500 hm<sup>3</sup>/ano [PGRH2016], num total de disponibilidades hídricas de 17.560 hm<sup>3</sup>/ano.

*Quadro 19 – Disponibilidades Hídricas Totais Atuais (hm<sup>3</sup>/ano)*

ORIGEM	SUPERFICIAIS	SUBTERRÂNEAS	TOTAL
OESTE	440		
TEJO	13.620		
	<i>Bacia Portuguesa</i>	6.270	
	<i>Bacia Espanhola</i>	7.350	
<b>TOTAL</b>	14.060	3.500	17.560

##### 3.1.2. Águas Subterrâneas

Dos recursos hídricos subterrâneos da região do Tejo e Oeste, cerca de 45% apresentam baixa variabilidade, nomeadamente os relativos aos aquíferos do Baixo Tejo, e 14% variabilidade média [PGRH2016], num total de 59%.

Este quantitativo, cerca de 2.060 hm<sup>3</sup>/ano, poderá então considerar-se como sendo facilmente utilizável.

##### 3.1.3. Águas Superficiais

Quanto aos recursos hídricos superficiais no Oeste, as poucas barragens existentes apresentam pequenas capacidades de armazenamento e não existem locais para a construção de grandes barragens, pelo que as afluições desta região não são de considerar a nível de balanço global do **PROJETO TEJO**.

Entretanto, e no que se refere ao rio Tejo, tem-se a discretização das afluições superficiais pelos diferentes troços do rio, caminhando de jusante para montante, a seguir apresentada.

*Quadro 20 – Distribuição das Afluências pelos troços do Rio Tejo (hm<sup>3</sup>/ano)*

ORIGEM	(%) NACIONAL (PORTUGAL)	(%) TOTAL (PORTUGAL+ESPAÑA)
ESTUÁRIO (a jusante de Vila Franca/Porto Alto)	5%	2%
LEZÍRIA (de Vila Franca a Almourol)	31%	14%
MÉDIO TEJO (do rio Zêzere à barragem de Cedillo)	54%	25%
ALTO TEJO (bacia Portuguesa a montante de Cedillo)	10%	5%
ESPAÑA (bacia Espanhola a montante de Cedillo)	-	54%

No que se refere à maior ou menor facilidade de aproveitamento destes recursos do Tejo, tem-se, genericamente, o seguinte:

- As afluências a jusante de Vila Franca são de difícil aproveitamento, por não ser possível a construção de grandes barragens de armazenamento.
- Entre Vila Franca e Almourol, a jusante da confluência do rio Zêzere, as afluências do rio Sorraia são aproveitáveis nas barragens existentes (Montargil e Maranhão) e, eventualmente, a construir (Tera). Já as restantes afluências poderão ser aproveitadas a fio de água, desde que se controle a intrusão salina na zona da Azambuja.
- O troço entre Almourol e a barragem espanhola de Cedillo é o que permite uma mais fácil utilização das afluências, quer pela disponibilidade de barragens já existentes (geridas pela EDP) no próprio Tejo (Belver e Fratel) e nos afluentes (Zêzere, Ocreza, Niza), quer pelas possíveis novas barragens (Ocreza).
- A montante da barragem espanhola de Cedillo, as afluências, correspondentes a perto de 10% dos caudais nacionais totais (sem Espanha) são aproveitáveis, implicando, no entanto, infraestruturas específicas, nomeadamente barragens (Ponsul), dado escoarem para aquela barragem.
- As afluências de Espanha, cerca de 54% do total (Portugal + Espanha), são usáveis, desde que Espanha não aumente a sua capacidade de retenção e cumpra a Convenção de Albufeira.

### 3.1.4. Disponibilidades Facilmente Utilizáveis

Ter-se-á, então, considerando que 59% das águas subterrâneas são facilmente utilizáveis e admitindo os Cenários 1 e 2 relativos às águas superficiais:

*Quadro 21 – Disponibilidades Hídricas Atuais de acordo com a Facilidade de Utilização (hm<sup>3</sup>/ano)*

ORIGEM	SUPERFICIAL	SUBTERRÂNEA	TOTAL
TOTAL	14.060	3.500	17.560
UTILIZAVEL - Cenário 1 [s/Oeste + s/Estuário]	13.310	2.060	15.370
UTILIZAVEL - Cenário 2 [s/Oeste + s/Estuário + s/Espanha]	5.960	2.060	8.020



Verifica-se que, não se utilizando as águas superficiais do Oeste e do Estuário do Tejo, numa situação extrema em que Espanha corte a totalidade das suas aflúências, ficam ainda disponíveis 8.020 hm<sup>3</sup>/ano, dos quais 5.960 hm<sup>3</sup>/ano correspondentes a aflúências superficiais do rio Tejo, o que compara com os 627 hm<sup>3</sup>/ano das Necessidades Atuais.

### 3.1.5. Variabilidade Sazonal e Inter-anual das Disponibilidades Hídricas Superficiais

As águas subterrâneas, nomeadamente as de fácil utilização, estão disponíveis em permanência, ao longo de todo o ano e com reduzida variabilidade inter-anual, podendo ser usadas quando necessário.

Já as disponibilidades hídricas superficiais dependem do escoamento nas linhas de água, que é muito variável e ao longo dos anos e, dentro de cada ano, ao longo dos meses.

No que se refere à variabilidade sazonal, e com base nos dados mensais do escoamento que deram origem ao [PGRH2012], estabeleceram-se os valores percentuais das aflúências mensais ao longo do ano, a saber:

**Quadro 22 – Disponibilidade Hídricas Superficiais Mensais Atuais (2020/2030) (hm<sup>3</sup>)**

	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	TOTAL
Distribuição	5,9%	10,7%	14,6%	17,3%	15,7%	12,1%	7,2%	5,5%	3,5%	2,7%	2,1%	2,7%	100,0%
Semestre	Húmido			77%				Seco			23%		

Como seria de esperar, no semestre seco, de Abril a Setembro, onde acontecem 85% dos usos, as disponibilidades são 23% do total anual, indicando a eventual necessidade de regularização sazonal das aflúências, guardando de Inverno para distribuir no Verão.

No que se refere à variabilidade inter-anual das aflúências, e considerando as aflúências de Espanha em regime modificado tem-se o seguinte, de acordo com o [PGRH2016]:

**Quadro 23 – Disponibilidades Hídricas Superficiais Consoante o Ano Hidrológico (hm<sup>3</sup>/ano)**

	ANO HÚMIDO	ANO MÉDIO	ANO SECO
TOTAL	22.550	14.060	5.740
UTILIZAVEL - Cenário 1 [s/Oeste + s/Estuário]	21.190	13.310	5.590
UTILIZAVEL - Cenário 2 [s/Oeste + s/Estuário + s/Espanha]	9.810	5.960	2.260
<i>Varição Percentual</i>	<i>165%</i>	<i>100%</i>	<i>38%</i>

Como se pode ver, em ano seco as aflúências reduzem-se bastante relativamente à média, sendo, no entanto, superiores às necessidades anuais atuais, cerca de 627 hm<sup>3</sup>/ano, concluindo-se que, atualmente, não é necessária capacidade de regularização inter-anual.

Naturalmente que, de futuro, as necessidades hídricas aumentarão e as disponibilidades reduzir-se-ão, sendo nesta perspetiva que, aquando do Balanço Hídrico, se colocarão diversos cenários relativos às disponibilidades hídricas, de forma a verificar a resiliência do sistema.

## 3.2. Disponibilidades Hídricas Futuras

### 3.2.1. Disponibilidades Totais Anuais

Futuramente, as disponibilidades hídricas, quer superficiais quer subterrâneas, tenderão a reduzir-se, fruto das alterações climáticas, num quantitativo que poderá atingir, a muito longo prazo, os 30% nas águas superficiais [PGRH2016], com diversos valores intermédios.

Já a nível das águas subterrâneas o [PGRH2016] é omissivo no que se refere à sua redução a médio e longo prazo, mas admite-se, tendo em conta diversos Estudos Climáticos publicados, que possa atingir os 35%.

De notar que estas reduções nas disponibilidades hídricas já se fazem sentir atualmente, 2020, pois os dados usados no cálculo destas disponibilidades têm já algumas dezenas de anos.

Finalmente, de referir que não foram consideradas alterações das disponibilidades resultantes de outras situações que não as alterações climáticas, como sejam a variação do coberto vegetal das bacias, dado admitir-se que, no geral, se manterá a relação entre as áreas ocupadas por floresta, matos e agricultura.

Nesta perspetiva, a Variação das Disponibilidades Hídricas Futuras será a seguinte, tendo unicamente em conta as Alterações Climáticas:

**Quadro 24 – Variação das Disponibilidades Hídricas Resultantes das Alterações Climáticas ( $hm^3/ano$ )**

	HISTÓRICO	2020/2030	2040/2050	2060/2070	2080/2090
ÁGUAS SUPERFICIAIS	100%	95%	90%	80%	70%
ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	100%	95%	90%	80%	65%

Nesta perspetiva, as Disponibilidades Hídricas Futuras serão as seguintes, tendo por base as Disponibilidades Atuais:

**Quadro 25 – Disponibilidades Hídricas Futuras ( $hm^3/ano$ )**

	HISTÓRICO	2020/2030	2040/2050	2060/2070	2080/2090
<b>TOTAL</b>	<b>17.560</b>	<b>16.680</b>	<b>15.800</b>	<b>14.050</b>	<b>12 120</b>
ÁGUAS SUPERFICIAIS	14.060	13.360	12.650	11.250	9.840
ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	3.500	3.320	3.150	2.800	2.280
<b>UTILIZAVEL - Cenário 1</b>	<b>15.370</b>	<b>14.600</b>	<b>13.830</b>	<b>12.300</b>	<b>10.660</b>
ÁGUAS SUPERFICIAIS	13.310	12.640	11.980	10.650	9.320
ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	2.060	1.960	1.850	1.650	1.340
<b>UTILIZAVEL - Cenário 2</b>	<b>8.020</b>	<b>7.620</b>	<b>7.220</b>	<b>6.420</b>	<b>5.510</b>
ÁGUAS SUPERFICIAIS	5.960	5.660	5.360	4.770	4.170
ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	2.060	1.960	1.860	1.650	1.340

Cenário 1 - Tejo s/Estuário c/ Espanha + s/ Oeste

Cenário 2 - Tejo s/Estuário s/ Espanha + s/ Oeste

Como se pode ver no Quadro acima, é expectável que as Disponibilidades Hídricas Totais, passem, a muito longo prazo, dos atuais 17.560 hm<sup>3</sup>/ano para 12.120 hm<sup>3</sup>/ano, um decréscimo de (-31%).

Nesta situação, as Disponibilidades Superficiais Totais passarão, a muito longo prazo, dos atuais 14.060 hm<sup>3</sup>/ano para 9.840 m<sup>3</sup>/ano (-30%), e as disponibilidades de origem subterrânea de 3.500 hm<sup>3</sup>/ano para 2.280 hm<sup>3</sup>/ano (-35%).

No Cenário 2, mais restritivo, as Disponibilidades Hídricas Totais, passam, a muito longo prazo, dos atuais 8.020 hm<sup>3</sup>/ano para 5.510 hm<sup>3</sup>/ano, com as Disponibilidades Superficiais Totais a passarem dos atuais 5.960 hm<sup>3</sup>/ano para 4.170 m<sup>3</sup>/ano, e as Disponibilidades Hídricas Subterrâneas de 2.060 hm<sup>3</sup>/ano para 1.340 hm<sup>3</sup>/ano.

Quaisquer destes valores cobre, folgadoamente, as necessidades hídricas a muito longo prazo, 1.217 hm<sup>3</sup>/ano no caso de necessidades a cobrir por águas superficiais, e 340 hm<sup>3</sup>/ano no caso de necessidades a cobrir por águas superficiais.

No caso específico das Águas Superficiais, em **ANO SECO** que, como se viu anteriormente, terá escoamentos correspondentes a 38% dos escoamentos em ano médio, as disponibilidades a muito longo prazo rondarão os 1.580 hm<sup>3</sup>/ano, mesmo assim superiores às necessidades totais.

Parece-se, assim, verificar-se, que, a muito longo prazo, as disponibilidades hídricas no rio Tejo, mesmo no cenário mais gravoso de não aproveitamento das águas Estuário e do Oeste e de “corte” total de água vinda de Espanha, são suficientes para fazer face às necessidades, considerando o acréscimo de área regada pretendido.

Esta análise a nível do ano seco não contempla, no entanto, a eventual existência de séries de anos secos e muito secos seguidos ao longo dum período alargado, pelo que se torna sempre necessário proceder ao Balanço Hídrico sequencial.

## 4. BALANÇO ENTRE NECESSIDADES E DISPONIBILIDADES

### 4.1. Uso de Águas Subterrâneas

Como se afirmou anteriormente, pretende-se reduzir o uso de águas subterrâneas, que atualmente são intensamente exploradas, nalgumas zonas com problemas, como no Oeste.

Assim, e de acordo com os valores calculados, tem-se o seguinte balanço hídrico, em ano médio, considerando as disponibilidades hídricas subterrâneas facilmente utilizáveis:

**Quadro 26 – Balanço entre Necessidades e Disponibilidades Hídricas Subterrâneas Facilmente Usáveis (hm<sup>3</sup>/ano)**

	2020/2030	2040/2050	2060/2070	2080/2090
DISPONIBILIDADES USAVEIS	1.960	1.850	1.650	1.340
NECESSIDADES	- 475	- 301	- 300	- 340
<i>Percentagem das Disponibilidades</i>	24%	16%	18%	25%
<b>BALANÇO</b>	<b>1.485</b>	<b>1.549</b>	<b>1.350</b>	<b>1.000</b>

Como se pode ver, as águas subterrâneas, no que se refere à fração facilmente utilizável, serão sempre suficientes, mesmo a muito longo prazo, para responder às necessidades com esta origem.

Sobra ainda um volume de reserva significativo de 1.000 hm<sup>3</sup>/ano, que poderá funcionar como reserva estratégica e/ou como “buffer” para eventuais decréscimos não expectáveis das afluências superficiais ou eventuais acréscimos não expectáveis dos consumos.

### 4.2. Uso de Águas Superficiais

Cruzando as Necessidades com as Disponibilidades Hídricas Superficiais do rio Tejo, nas suas diferentes opções de acordo com os Cenários já referidos, ter-se-á o seguinte:

**Quadro 27 – Balanço entre Necessidades e Disponibilidades Hídricas Superficiais (hm<sup>3</sup>/ano)**

	2020/2030	2040/2050	2060/2070	2080/2090
DISPONIBILIDADES USAVEIS <b>CENÁRIO 1</b> <sup>(1)</sup>	12.640	11.980	10.650	9.320
NECESSIDADES	- 627	- 892	- 1.206	- 1.217
<i>Necessidades / Disponibilidades</i>	5%	7%	11%	13%
<b>BALANÇO</b>	<b>12.013</b>	<b>11.088</b>	<b>9.444</b>	<b>8.103</b>
<i>Disponibilidades que seguem “rio abaixo”</i>	95%	93%	89%	87%
DISPONIBILIDADES USAVEIS <b>CENÁRIO 2</b> <sup>(2)</sup>	5.660	5.360	4.770	4.170
NECESSIDADES	- 627	- 892	- 1.206	- 1.217
<i>Necessidades / Disponibilidades</i>	11%	17%	25%	29%
<b>BALANÇO</b>	<b>5.033</b>	<b>4.468</b>	<b>3.564</b>	<b>2.953</b>
<i>Disponibilidades que seguem “rio abaixo”</i>	89%	83%	75%	61%

(1) Tejo s/Estuário c/ Espanha + s/ Oeste

(2) Tejo s/Estuário s/ Espanha + s/ Oeste

Verifica-se que as águas superficiais são largamente suficientes para fazer face aos consumos previstos, mesmo a muito longo prazo e admitindo que de Espanha não vêm afluências.

O problema está na capacidade de armazenamento necessária para guardar água no Inverno e distribuir no Verão, e nos Anos Húmidos para a distribuir nos Anos Secos.

De facto, a variabilidade sazonal, ao longo do ano, é bastante significativa, o mesmo acontecendo com a variabilidade inter-anual, como se viu no capítulo relativo às disponibilidades hídricas superficiais e conforme consta do [PGRH2016].

Dai a necessidade de se proceder à simulação de exploração do sistema, para definição destas capacidades de armazenamento.

### 4.3. Simulação de Exploração das Águas Superficiais do rio Tejo

Por forma a definir a capacidade de armazenamento necessária, fez-se a simulação de exploração do sistema para um período de 360 meses contínuos (30 anos), tendo por base as afluências mensais do rio Tejo e seus afluentes, que deram origem aos dados constantes no [PGRH2012], tendo-se excluído as afluências ao Estuário e as relativas às linhas de água do Oeste.

Sobre esses dados foram apostas as reduções inerentes às alterações climáticas previstas ao longo dos anos e já anteriormente referidas.

Admitiram-se, ainda, 2 Cenários no que se refere às afluências (regularizadas) de Espanha, um primeiro onde estas afluências mantêm a logica atual e um segundo, mais restritivo, onde as afluências espanholas se anulam totalmente.

Do lado das necessidades, consideraram-se os valores médios mensais, o que se considera que conduz a valores mais corretos, dada a inexistência de relação estatística entre o “ano seco hidrológico” (menos chuva, de Inverno) e o “ano seco agrícola” (mais quente, de Verão).

Além disso, e ainda do lado das necessidades, considerou-se um **CAUDAL AMBIENTAL** igual a 10% do escoamento de cada mês em análise.

**Quadro 28 – Simulação de Exploração do Sistema. Capacidade de Armazenamento Necessária (hm<sup>3</sup>)**

	2020/2030	2040/2050	2060/2070	2080/2090
<b>CAPACIDADE ARMAZENAMENTO CENÁRIO 1</b>	<b>350</b>	<b>650</b>	<b>1.030</b>	<b>1.300</b>
<i>Sazonal</i>	350	650	970	1.020
<i>Inter-anual</i>	0	0		280
<b>CAPACIDADE ARMAZENAMENTO CENÁRIO 2</b>	<b>460</b>	<b>1.060</b>	<b>2.020</b>	<b>2.300</b>
<i>Sazonal</i>	420	730	1.030	1.050
<i>Inter-anual</i>	40	330	990	1.250

(1) Tejo s/Estuário c/ Espanha + s/ Oeste

(2) Tejo s/Estuário s/ Espanha + s/ Oeste

A Capacidade de Armazenamento Sazonal refere-se à necessidade de guardar água no Inverno para a distribuir no Verão seguinte, ainda no mesmo ano hidrológico.

Já a Capacidade de Armazenamento Inter-anual se refere à necessidade de guardar água num ano para a distribuir no(s) ano(s) seguinte(s).

Verifica-se, no **Cenário 1**, que considera os escoamentos do rio Tejo em Portugal, sem o Estuário, sem o Oeste, e vindos de Espanha, que a capacidade de armazenamento máxima necessária, a muito longo prazo, 2080/2090, ronda os 1.300 hm<sup>3</sup>, sendo que só 280 hm<sup>3</sup> correspondem a regularização inter-anual.

Este quantitativo total compara com a capacidade de armazenamento útil já atualmente instalada na bacia do Tejo, que ronda os 2.292 hm<sup>3</sup> [PGRH2016], 76% superior às necessidades.

Note-se que, desta capacidade total, 1.791 hm<sup>3</sup> estão adstritos aos aproveitamentos hidroelétricos da EDP, cujas concessões terminam entre 2032 e 2052, podendo, então, os novos contratos, considerarem os usos múltiplos da água.

Quando se passa para o muito improvável **Cenário 2**, onde se admite que de Espanha não chega qualquer caudal, a capacidade de armazenamento total a longo prazo, 2060/2080, ronda os 2.020 hm<sup>3</sup>, valor ainda inferior à capacidade instalada.

Só a muito longo prazo, 2080/2090, e neste mesmo restritivo **Cenário 2**, sem águas vindas de Espanha, a capacidade de armazenamento necessária, 2.300 hm<sup>3</sup>, é semelhante à capacidade já atualmente existente.

Acontece que o **PROJETO TEJO** prevê a possibilidade de construção, a longo prazo, de 3 barragens na bacia do Tejo, Ocreza, Ponsul e Tera, com uma capacidade total da ordem dos 600 hm<sup>3</sup>, fazendo subir a capacidade total instalada para perto de 2.900 hm<sup>3</sup>, valor suficiente para cobrir as necessidades, mesmo na situação improvável de Espanha “cortar” a totalidade das afluências a Portugal.

## 5. CONCLUSÕES

Do anteriormente exposto podem-se retirar diversas conclusões, comparando a situação atual (2020/2030) com a situação a muito longo prazo (2080/2090):

- As Necessidades Hídricas Unitárias Médias tenderão a reduzir-se em cerca de 32%, de 5.581 m<sup>3</sup>/ha/ano para 3.767 m<sup>3</sup>/ha/ano, pois os ganhos inerentes à adoção de modelos culturais menos exigentes e ao aumento da eficiência dos sistemas serão superiores às perdas relativas às alterações climáticas.
- As Necessidades Hídricas Totais, Agrícolas e Não Agrícolas, aumentarão em cerca de 41%, dos atuais 1.102 hm<sup>3</sup>/ano para 1.557 hm<sup>3</sup>/ano futuros, em resultado do crescimento da área regada, dos atuais 150.000 ha para 350.000 ha.
- Os Usos Agrícolas, que representam 72% (792 hm<sup>3</sup>/ano) dos usos totais atuais, passarão a representar 84% (1.309 hm<sup>3</sup>/ano) dos usos futuros.
- As Disponibilidades Hídricas Totais atuais rondam os 17.560 hm<sup>3</sup>/ano (14.060 hm<sup>3</sup>/ano de Águas Superficiais e 3.500 hm<sup>3</sup>/ano de Águas Subterrâneas), dos quais 88% (15.370 hm<sup>3</sup>/ano) são Facilmente Usáveis.
- As Disponibilidades Hídricas Superficiais Usáveis (95% das afluições superficiais totais, às quais se descontaram as inerentes ao Estuário do Tejo e às ribeiras do Oeste) tenderão a reduzir-se, fruto das alterações climáticas, em cerca de 30%, de 13.310 hm<sup>3</sup>/ano para 9.320 hm<sup>3</sup>/ano.
- As Disponibilidades Hídricas Subterrâneas Facilmente Usáveis (correspondentes a 59% das disponibilidades subterrâneas totais) tenderão a reduzir-se, fruto das alterações climáticas, em cerca de 35%, de 2.060 hm<sup>3</sup>/ano para 1.340 hm<sup>3</sup>/ano.
- As Disponibilidades Hídricas Superficiais Usáveis que, atualmente, respondem por 57% (627 hm<sup>3</sup>/ano) das Necessidades Totais atuais (1.102 hm<sup>3</sup>/ano), passarão a responder por 78% (1.217 hm<sup>3</sup>/ano) das Necessidades Totais futuras (1.557 hm<sup>3</sup>/ano)
- As Disponibilidades Hídricas Subterrâneas seguirão o caminho inverso relativamente às Necessidades da altura, dos 43% (475 hm<sup>3</sup>/ano) atuais, para os 22% (340 hm<sup>3</sup>/ano) futuros.

- As Disponibilidades Hídricas Superficiais Usáveis garantem, folgadoamente, as Necessidades Totais adstritas a esta origem, correspondendo estas unicamente a **13%** daquelas no muito longo prazo, implicando, uma capacidade de armazenamento, para regularização sazonal e inter-anual de caudais, da ordem dos 1.300 hm<sup>3</sup>, o que compara com a capacidade útil já atualmente existente, de 2.300 hm<sup>3</sup>.
- As Disponibilidades Hídricas Superficiais Usáveis, sem Espanha (representando estas 54% daquelas) garantem as Necessidades Totais adstritas a esta origem, que corresponderão a **29%** daquelas no muito longo prazo, implicando capacidades de armazenamento, para regularização sazonal e inter-anual de caudais, da ordem dos **2.300 hm<sup>3</sup>**, igual à capacidade atual, mas que se prevê, subir, a prazo, mediante a construção de algumas barragens, em cerca de 600 hm<sup>3</sup>, para um total de 2.900 hm<sup>3</sup>.
- O rio Tejo garante a totalidade das Necessidades Totais, Agrícolas e Não Agrícolas, a ele adstritas, mesmo a muito longo prazo, garantido ainda um Caudal Ambiental mínimo relevante, correspondente a **10%** das afluências mensais.

Conclui-se que a Proposta do **PROJETO TEJO** de aumento da área regada, dos atuais 150.000 ha para 350.000 ha, em simultâneo com a redução do uso das águas subterrâneas, a melhoria da gestão das águas superficiais, a adoção de modelos culturais corretos e o aumento da eficiência dos sistemas de distribuição, é viável, podendo contribuir para uma melhor gestão dos recursos, para o desenvolvimento regional e para a economia nacional.

Novembro de 2020