



ESTUDO DE VALORIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS PARA A AGRICULTURA NO VALE DO TEJO E OESTE

ANEXO 9 – AVALIAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS E HIDROLOGIA – BALANÇO HÍDRICO

Valorização dos Recursos Hídricos para a
Agricultura no Vale do Tejo e Oeste

Revisão 0

Lisboa. 31 de outubro de 2024



Valorização dos Recursos Hídricos para a Agricultura no Vale do Tejo e Oeste

ANEXO 9 – AVALIAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS E HIDROLOGIA – BALANÇO HÍDRICO

ESTUDO DE VALORIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS PARA A AGRICULTURA NO VALE DO TEJO E OESTE

Folha em branco

Valorização dos Recursos Hídricos para a Agricultura no Vale do Tejo e Oeste

ANEXO 9 – AVALIAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS E HIDROLOGIA – BALANÇO HÍDRICO

ESTUDO DE VALORIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS PARA A AGRICULTURA NO VALE DO TEJO E OESTE

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO
0	30/10/2024	Emissão inicial



Valorização dos Recursos Hídricos para a Agricultura no Vale do Tejo e Oeste

ANEXO 9 – AVALIAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS E HIDROLOGIA – BALANÇO HÍDRICO

ESTUDO DE VALORIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS PARA A AGRICULTURA NO VALE DO TEJO E OESTE

Folha em branco



VALORIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS PARA A AGRICULTURA NO VALE DO TEJO E OESTE

ESTUDO DE VALORIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS PARA A AGRICULTURA NO VALE DO TEJO E OESTE

ANEXO 9 – AVALIAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS E HIDROLOGIA – BALANÇO HÍDRICO

ÍNDICE GERAL

1	INTRODUÇÃO	1
2	DESCRIÇÃO DOS DADOS	1
2.1	ANÁLISE DAS NECESSIDADES	5
2.2	IDENTIFICAÇÃO DAS PRINCIPAIS RESERVAS DE ÁGUA SUPERFICIAL	11
3	MODELO DE BALANÇO HÍDRICO CONCEPTUAL	12
3.1	MODELO ESQUEMÁTICO PARA CENÁRIO ZERO	12
3.2	NECESSIDADES POR SETOR POR NÓ	15
3.2.1	PROPORÇÃO DE NECESSIDADES AGRÍCOLAS SUPERFICIAIS VS SUBTERRÂNEAS	16
3.2.2	BALANÇO DAS DISPONIBILIDADES NATURAIS, NECESSIDADES E RETORNOS POR NÓ	18
3.2.3	BALANÇOS HÍDRICOS SEM CONSIDERAR A PRESENÇA DE ALBUFEIRAS NA ÁREA DE ESTUDO	23

Valorização dos Recursos Hídricos para a Agricultura no Vale do Tejo e Oeste

ANEXO 9 – AVALIAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS E HIDROLOGIA – BALANÇO HÍDRICO

ESTUDO DE VALORIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS PARA A AGRICULTURA NO VALE DO TEJO E OESTE



VALORIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS PARA A AGRICULTURA NO VALE DO TEJO E OESTE

ANEXO 9 – AVALIAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS E HIDROLOGIA – BALANÇO HÍDRICO

1 INTRODUÇÃO

No presente anexo apresentam-se os dados base considerados na Avaliação dos Recursos Hídricos e Hidrologia – Balanço Hídrico.

2 DESCRIÇÃO DOS DADOS

Os resultados disponibilizados foram obtidos à escala de massas de água definidas na base de dados da Diretiva-Quadro Água (WISE) (European Commission, 2020). A figura seguinte mostra as 473 sub-bacias que contribuem para as massas de água da área de estudo.

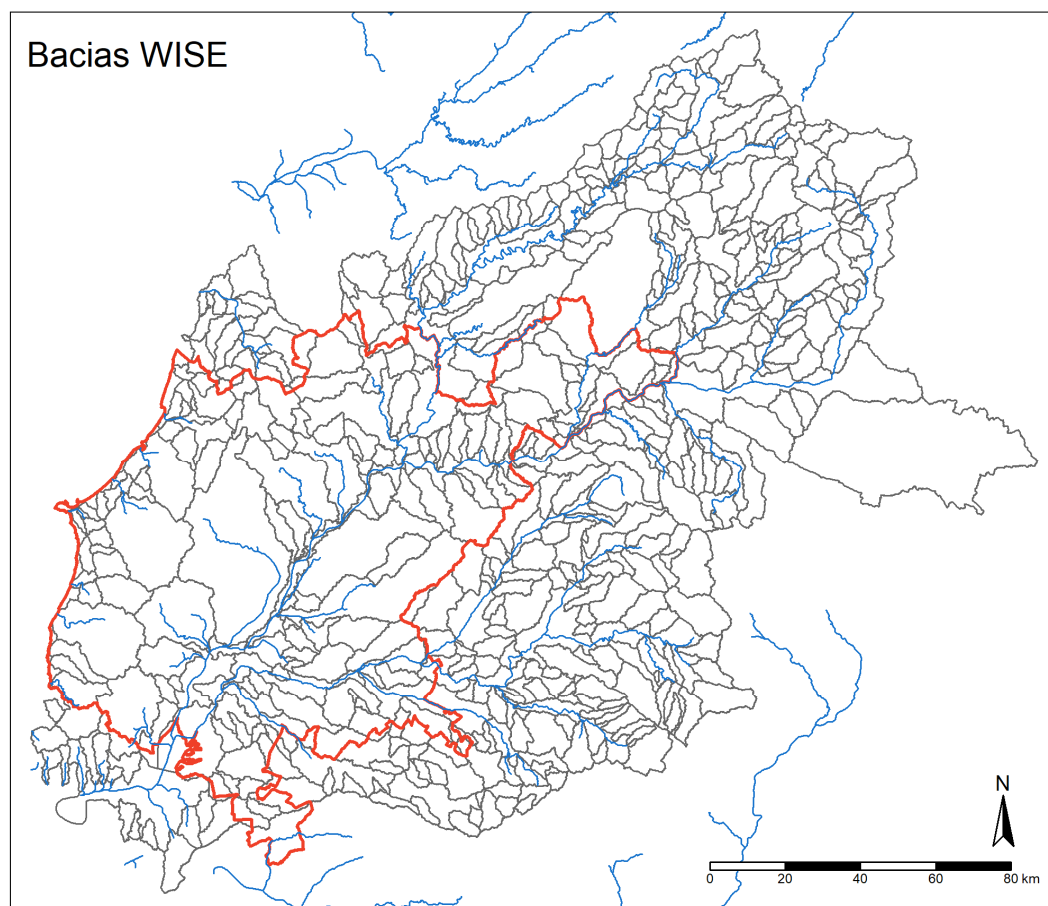


Figura 1: Sub-bacias hidrográficas que contribuem para os caudais na área de estudo (European Commission, 2020).

O estudo (APA, 2022) gerou dados a respeito das disponibilidades de água, em regime natural, históricas e em diferentes cenários de mudanças climáticas, das necessidades de água dos vários setores utilizadores, tanto para águas superficiais quanto para águas subterrâneas, e para os retornos e destino dos retornos. As necessidades e os retornos foram usados no cálculo dos caudais modificados e são considerados constantes para todos os anos e todos os cenários climáticos.

As disponibilidades históricas em regime natural abrangem o período que vai de outubro de 1930 a setembro de 2016 com frequência mensal. A Figura 2 apresenta as disponibilidades naturais totais anuais históricas médias por sub-bacia em mm, para facilitar a comparação entre as disponibilidades em cada bacia. As disponibilidades em cenários de alterações climáticas foram calculadas para duas trajetórias de emissão: RCP4.5 e RCP8.5, nos períodos 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100. Desta forma, foram criadas seis séries de disponibilidades naturais em cenários de alterações climáticas: 45_2011_2040 (RCP 4.5, período 2011-2040), 45_2041_2070 (RCP 4.5, período 2041-2070), 45_2071_2100 (RCP 4.5, período 2071-2100), 85_2011_2040 (RCP 8.5, período 2011-2040), 85_2041_2070 (RCP 8.5, período 2041-2070), 85_2071_2100 (RCP 8.5, período 2071-2100). Todas as disponibilidades naturais são dadas em mm e as áreas

associadas a cada sub-bacia também foram disponibilizadas possibilitando o cálculo dos volumes de água em hm^3 .

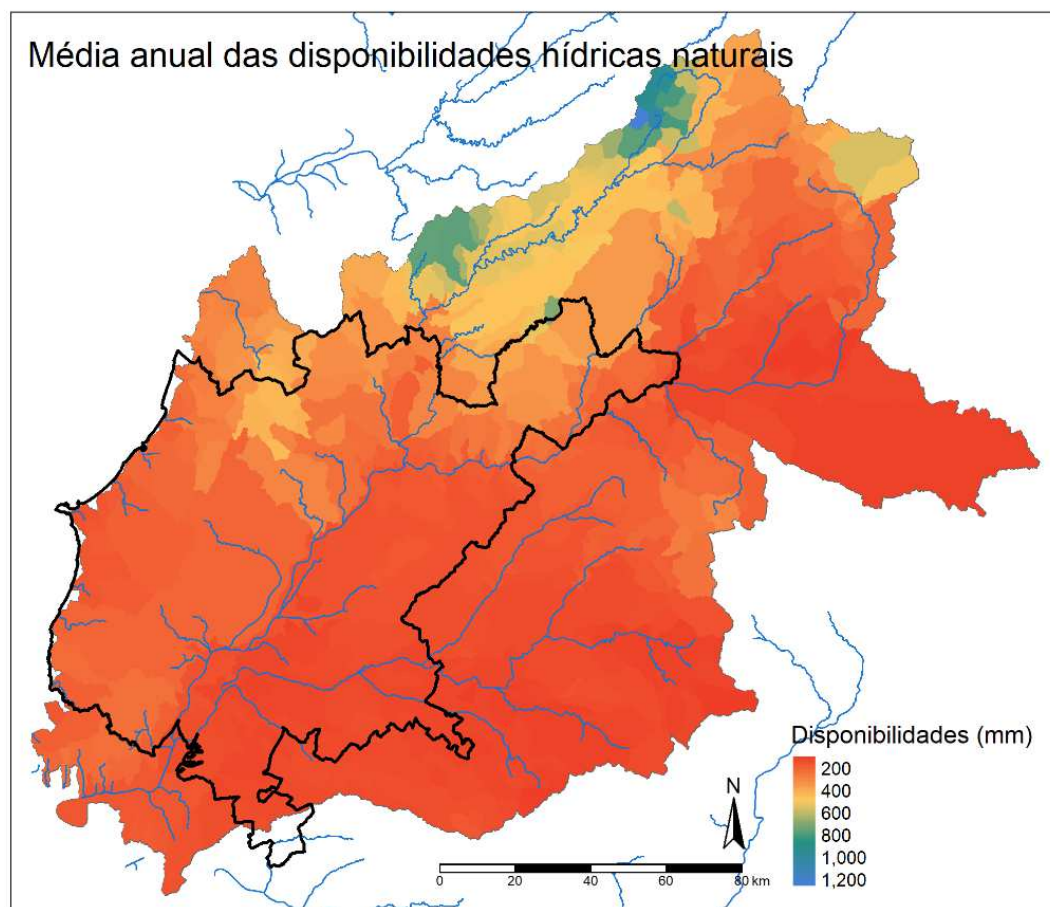


Figura 2: Média anual das disponibilidades hídricas por sub-bacia em mm (APA, 2022).

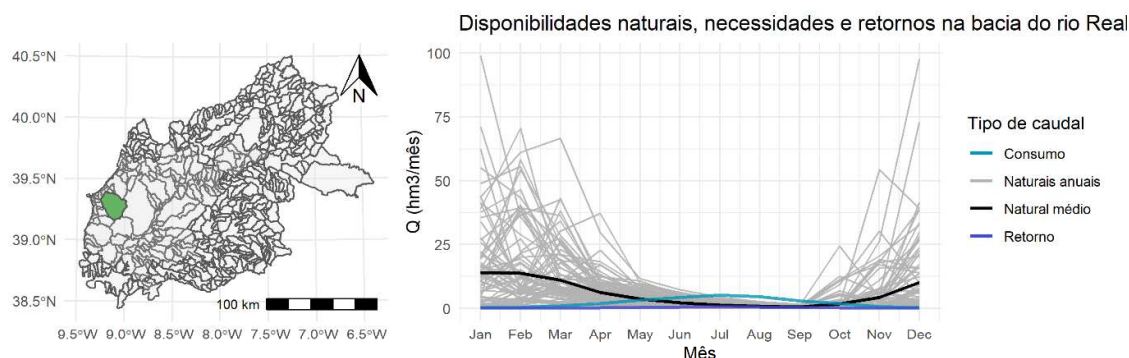
As necessidades de água são divididas em superficiais e subterrâneas. Elas foram fornecidas em hm^3/ano para os setores da indústria, energia, urbano e outros e a sua distribuição temporal é considerada uniforme ao longo do ano. Já para os setores da agricultura, pecuária e do golf foram fornecidos valores mensais em $\text{m}^3/\text{mês}$.

As taxas de retorno dos caudais captados são dadas para o total que retorna e este total é dividido em uma parcela que retorna aos recursos subterrâneos e outra parte que retorna aos recursos superficiais. Estas taxas variam por setor, conforme Tabela 1. Os retornos acontecem na mesma sub-bacia onde ocorrem as captações exceto para a necessidade urbana de Castelo de Bode, que acontece fora da área de estudo, na região de Lisboa.

Tabela 1: Taxas de retorno aplicadas aos consumos nas bacias estudadas (APA, 2022).

Setor	% total retorno	% superficial	% subterrâneo
Urbano	80	100	0
Industrial	80	100	0
Agricultura	25	34	66
Pecuária	58.3	20	80
Golfe	15	0	100
Energia	90	100	0
Outros	0		

A Figura 3 apresenta o exemplo da bacia do Rio Real com a sua disponibilidade de água em regime natural, todas as necessidades para aquela bacia e os retornos. O Rio Real fica situado na região hidrográfica do Oeste e não conta com afluições de fora da área da bacia, logo o caudal disponível para uso é limitado àquele gerado dentro da área da bacia. Para esta sub-bacia já é possível identificar um déficit nos meses secos, quando as necessidades ultrapassam as disponibilidades em regime natural.



Necessidades mensais de água em um ano por setor													
Setor	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Industria	0.000035	0.000035	0.000035	0.000035	0.000035	0.000035	0.000035	0.000035	0.000035	0.000035	0.000035	0.000035	0.00042
Agricultura	0.28	0.38	1.0	1.9	3.3	4.4	5.3	4.6	2.9	1.9	0.73	0.31	27
Pecuaria	0.0013	0.0013	0.0013	0.0013	0.0013	0.0013	0.0013	0.0013	0.0013	0.0013	0.0013	0.0013	0.015

Figura 3: Disponibilidades naturais, necessidades e retornos na bacia do rio Real (APA, 2022).

Todos os dados obtidos foram organizados em uma base de dados contendo disponibilidades em regime natural, necessidades de água superficiais e retornos de origem superficial e subterrânea por sub-bacia e por setor no caso das disponibilidades e retornos. Adicionalmente foi calculada a percentagem da área de cada bacia contida na área de estudo. Atributos a respeito do tipo de caudal (natural, necessidade ou retorno), setor (indústria, energia, urbano, outros, agricultura, pecuária e golfe) e cenário climático a que se referem permitem que os dados sejam filtrados e estudados de maneiras diversas.

2.1 ANÁLISE DAS NECESSIDADES

Em uma primeira análise, as necessidades de água estimadas pela APA (APA, 2022) dentro da área de estudo foram calculadas por setor (Figura 4). O cálculo levou em consideração as necessidades por sub-bacia e a proporção de cada sub-bacia dentro da área de estudo. Os resultados estão separados por origem da água que deverá suprir a necessidade (Superficial ou Subterrânea) e pela região hidrográfica (Tejo ou Oeste).

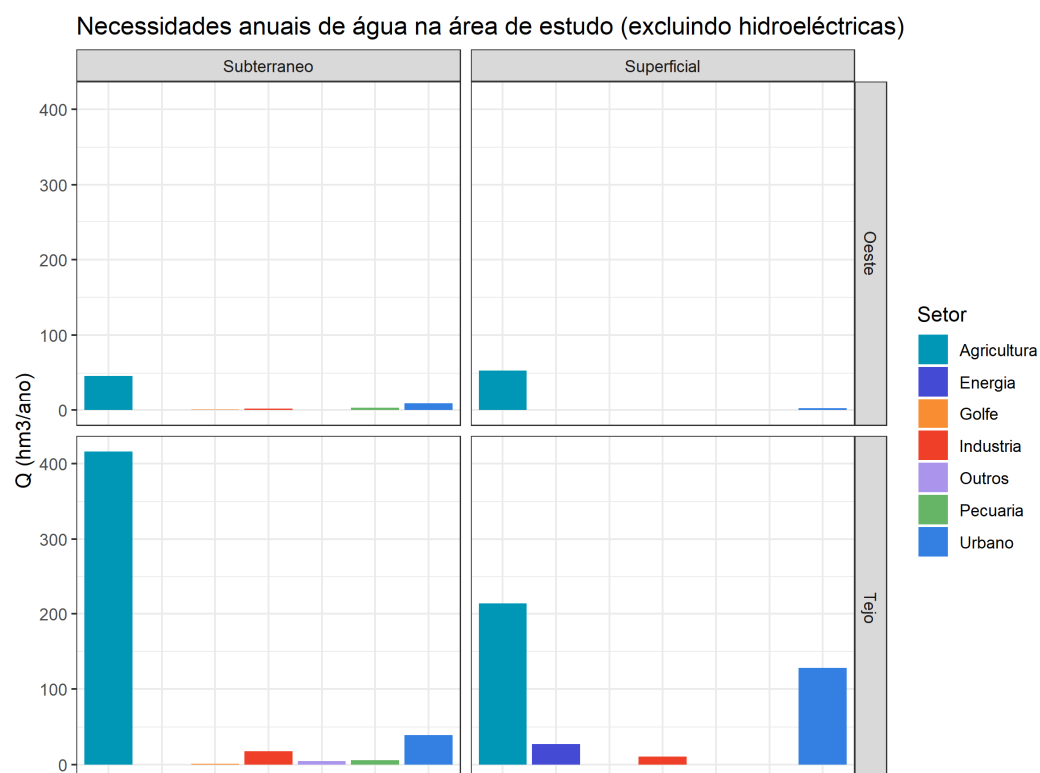


Figura 4: Necessidades anuais de água por setor segundo sua origem e região – obtido com base nos dados de (APA, 2022).

É possível notar que os caudais necessários à agricultura (APA, 2022) sempre se destacam com relação às outras necessidades, para as duas regiões hidrográficas e independentemente da origem da necessidade. No Oeste a maior parte da necessidade para agricultura tem origem superficial enquanto no Tejo esta necessidade é suprida maioritariamente por águas subterrâneas. Outra necessidade de água superficial que se destaca na bacia do Tejo é a urbana, o que acontece pelo facto de a sub-bacia associada à albufeira de Castelo de Bode, responsável pelo abastecimento de Lisboa, se situar parcialmente na área de estudo. Apesar de a bacia do Tejo contar com uma série de centrais hidroelétricas, a necessidade de água para a produção de energia não se destaca por se tratar de um uso não consumptivo da água, que não está considerado nos valores apresentados.

Adicionalmente, foram criados mapas que ajudam a identificar as zonas com maior necessidade de água para cada setor em toda a área da bacia do Tejo e do Oeste para os quais os dados sobre as necessidades foram disponibilizados. A Figura 5 mostra que para os fins agrícolas, há

necessidades supridas por águas subterrâneas em toda a extensão da área de estudo enquanto as necessidades supridas por águas superficiais se concentram nas proximidades de cursos de água importantes. Na região hidrográfica do Tejo há uma concentração das necessidades na zona de Lezíria do Tejo e bacias de grande necessidade na região do Sorraia. As duas sub-bacias na região do Sorraia têm grande necessidade por estarem associadas às albufeiras de Montargil (mais a oeste) e Maranhão (mais a leste). A maior parte da necessidade de água superficial para uso agrícola na bacia do Sorraia foi atribuída a estas albufeiras, não havendo necessidades de água superficial atribuídas ao longo do curso do rio Sorraia. Existe ainda uma necessidade de água importante atribuída a uma massa de água em Vila Franca de Xira que chama a atenção. Esta massa provavelmente concentra as necessidades da região estatística da Lezíria do Tejo onde há grande atividade agrícola. Não está claro se parte das necessidades das zonas agrícolas na margem esquerda do Tejo, região de Vila Franca de Xira já na bacia do Sorraia, está atribuída a alguma das albufeiras do Sorraia ou à sub-bacia de grande necessidade em Vila Franca de Xira. O que se pode verificar na Figura 5 é que não há necessidades atribuídas aos pontos exatos onde a produção agrícola acontece.

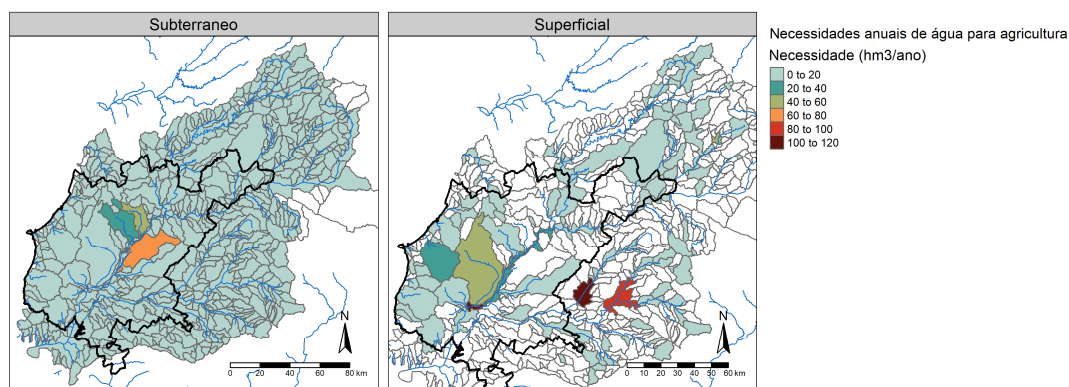


Figura 5: Necessidades de água anuais para a agricultura nas regiões hidrográficas do Tejo e Oeste – obtido com base nos dados de (APA, 2022).

A Figura 6 apresenta as necessidades de água para uso urbano. É possível notar que mais uma vez há necessidades supridas por águas subterrâneas em quase toda a bacia e uma concentração de necessidades supridas por águas superficiais na região de Castelo de Bode, albufeira que abastece a região metropolitana de Lisboa.

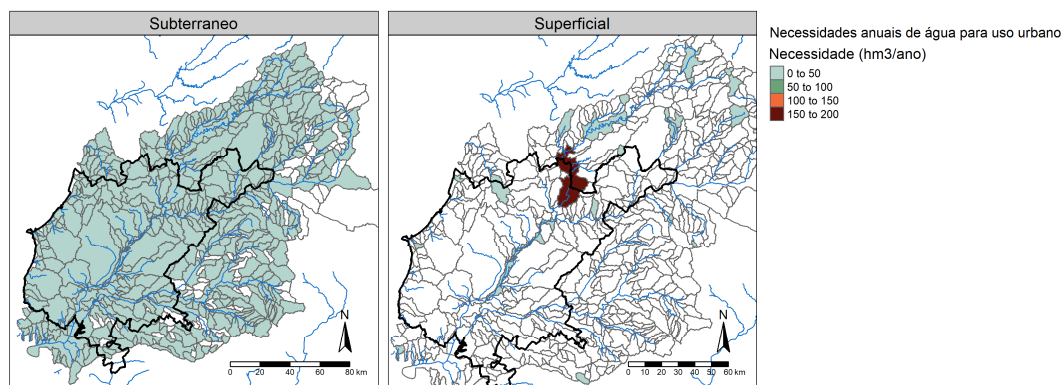


Figura 6: Necessidades de água anuais para uso urbano nas regiões hidrográficas do Tejo e Oeste— obtido com base nos dados de (APA, 2022).

As necessidades de água para uso na pecuária, representados na Figura 7 distribuem-se ao longo de toda a bacia, tanto no caso das necessidades de origem superficial quanto para as necessidades de origem subterrânea. As necessidades subterrâneas em particular concentram-se na sub-bacia “Vala da Azambuja”, na região hidrográfica do Tejo, também na região de Lezíria do Tejo.

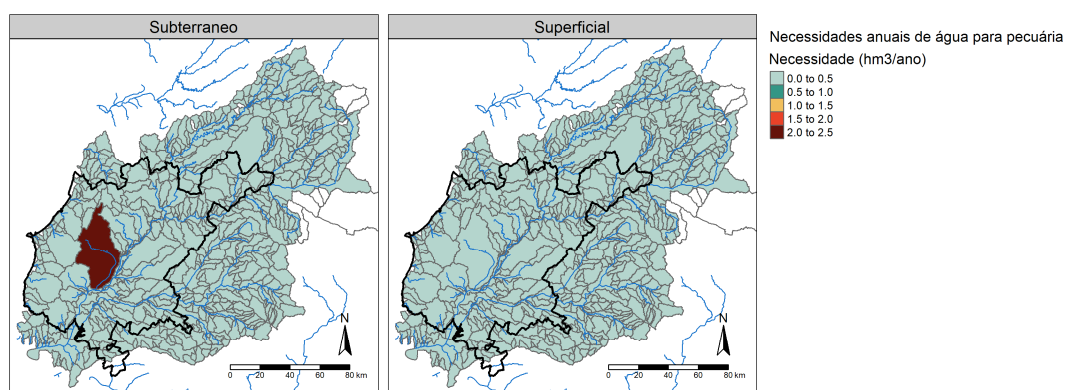


Figura 7: Necessidades de água anuais para a pecuária nas regiões hidrográficas do Tejo e Oeste— obtido com base nos dados de (APA, 2022).

As necessidades de água para uso industrial de origem subterrânea estão distribuídas ao longo de toda a bacia do Tejo e concentrados na região do estuário do Tejo, conforme Figura 9. Já as necessidades superficiais estão concentradas ao longo do curso principal do rio Tejo.

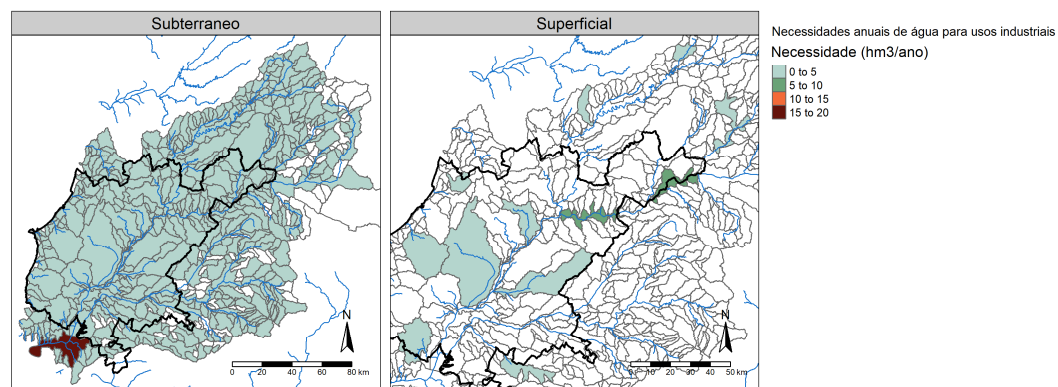


Figura 8: Necessidades de água anuais para usos industriais nas regiões hidrográficas do Tejo e Oeste – obtido com base nos dados de (APA, 2022).

As necessidades para a produção de energia, excluindo a produção hidroelétrica, são exclusivamente de origem superficial e situam-se por exemplo junto às centrais termoelétricas do Ribatejo e do Pego.

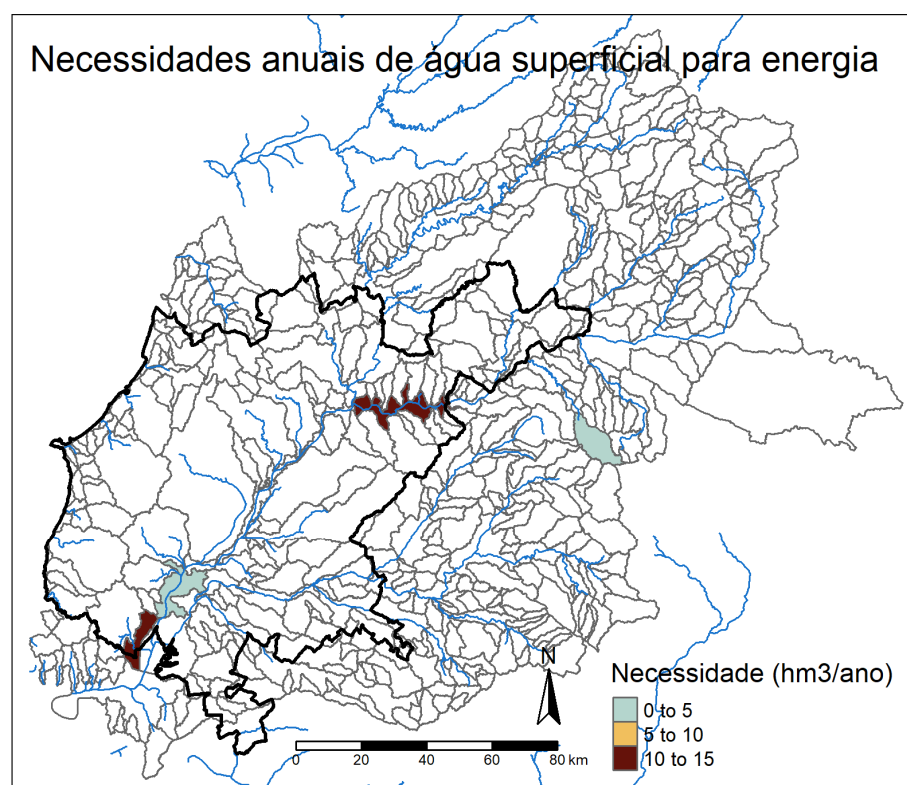


Figura 9: Necessidades de água anuais para produção de energia nas regiões hidrográficas do Tejo e Oeste – obtido com base nos dados de (APA, 2022).

A área de estudo contém poucos pontos com necessidade de água para golfe. Estes pontos são todos subterrâneos e acontecem principalmente na região hidrográfica do Oeste e em alguns pontos na bacia do rio Sorraia, conforme Figura 10.

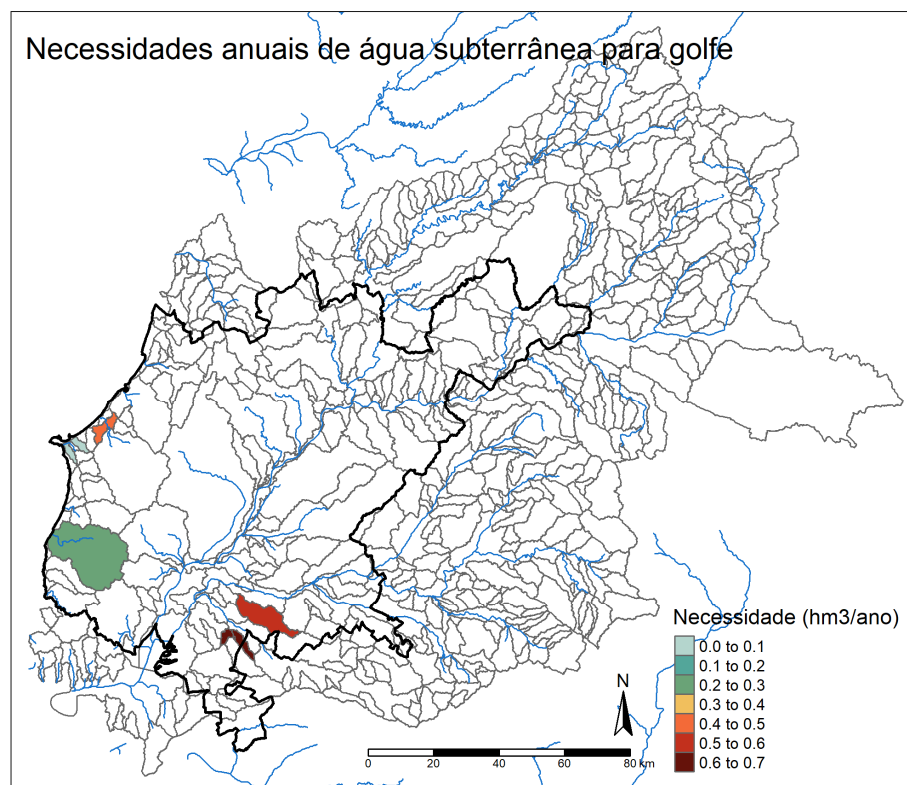


Figura 10: Necessidades de água anuais para o golfe nas regiões hidrográficas do Tejo e Oeste— obtido com base nos dados de (APA, 2022).

As outras necessidades não foram definidas, mas são exclusivamente subterrâneas e estão concentradas na região do estuário do Tejo, já fora da área de estudo e na bacia “Vala da Azambuja”.

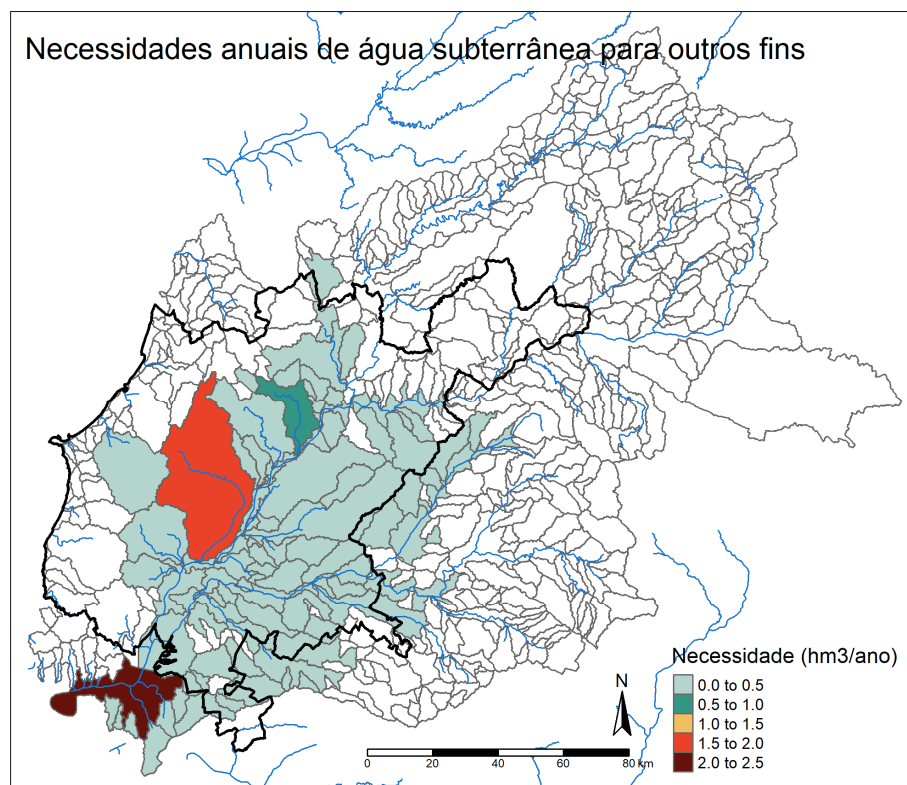


Figura 11: Necessidades de água anuais para outros usos nas regiões hidrográficas do Tejo e Oeste – obtido com base nos dados de (APA, 2022).

As necessidades agrícolas em cada sub-bacia estão distribuídas ao longo dos anos conforme mostra a Figura 12. É possível confirmar que elas se concentram nos meses mais quentes e secos, justamente quando a disponibilidade de água é menor, com o máximo acontecendo em julho. A proporção do caudal anual atribuída a cada mês varia entre as bacias. O racional destas proporções não é conhecido pela equipe do projeto.

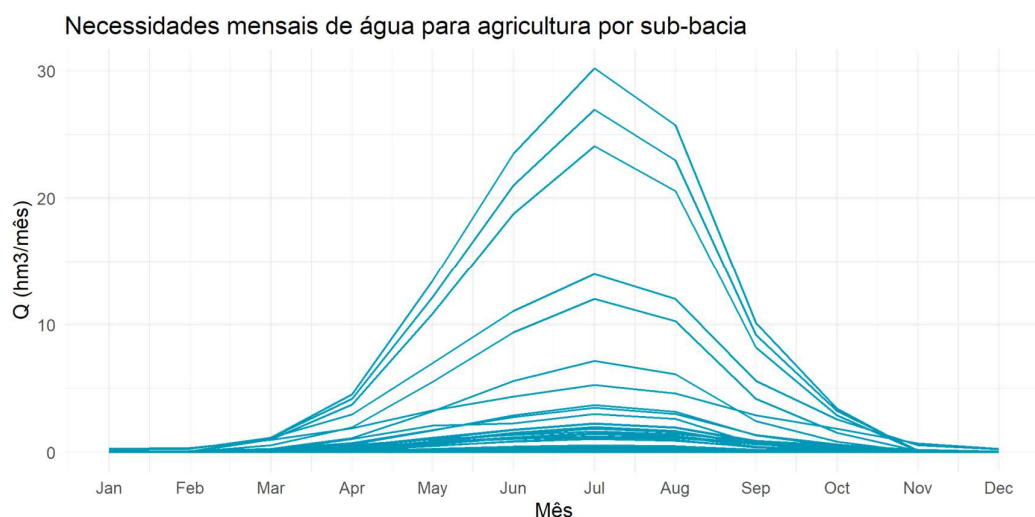


Figura 12: Necessidades agrícolas ao longo de um ano obtido com base nos dados de (APA, 2022).

2.2 IDENTIFICAÇÃO DAS PRINCIPAIS RESERVAS DE ÁGUA SUPERFICIAL

Na primeira nota técnica do projeto, foram apresentadas as albufeiras com possível interesse para o projeto. Dentre as albufeiras selecionadas, foi feita uma nova seleção para incluir apenas as albufeiras dentro da área de estudo na bacia do Tejo. A Figura 13 apresenta estas 8 albufeiras e a Tabela 2 apresenta algumas das suas características incluindo o seu volume útil. Da Tabela 2 verifica-se que o volume útil da maior parte das albufeiras é pequeno e sua capacidade de regularização de caudais muito baixa. Por este motivo, o modelo esquemático do cenário atual foi construído em torno apenas das albufeiras de maior capacidade, ou seja: Pracana, Fratel e Belver. A albufeira de Castelo de Bode é a de maior volume, mas foi mantida fora do modelo por ser fundamental para o abastecimento urbano, além disso, a maior parte da sua bacia de contribuição encontra-se fora da área de estudo e atualmente ela tem relativamente pouca água atribuída à necessidade de água para a agricultura.



Figura 13: Albufeiras na bacia do Tejo dentro da área de estudo.

Tabela 2: Características das albufeiras da bacia do Tejo dentro da área de estudo.

CÓDIGO SNIRH	NOME	ALTITUDE (M)	RIO	VOLUME ÚTIL (HM3)
16K/01A	Albufeira da Pracana	84	Rio Ocreza	96
17J/01A	Albufeira de Belver	39	Rio Tejo	8.5
16H/01A	Albufeira de Castelo de Bode	74	Rio Zêzere	902.5
20E/01A	Albufeira de Magos	25	Ribeira de Magos	2.85
18F/03A	Albufeira de Patudos	11	Ribeira de Ulme	0.3
16G/03A	Albufeira do Carril	-	Ribeira da Lousa	-
16K/02A	Albufeira do Fratel	70	Rio Tejo	21
16I/02A	Albufeira do Negrelinho	188	Rio Tejo	1.3

3 MODELO DE BALANÇO HÍDRICO CONCEPTUAL

3.1 MODELO ESQUEMÁTICO PARA CENÁRIO ZERO

Por ser um modelo hidrológico, o modelo de balanço hídrico é implementado na escala de bacias hidrográficas, no caso, a bacia do Tejo e a região hidrográfica do Oeste (considerada em conjunto

com a bacia do Lis e Ribeiras Costeiras), que juntas abrangem quase toda a área de estudo, conforme Figura 14. A pequena área situada na bacia do Sado não foi considerada no modelo por não consumir água da bacia do Tejo, que é o foco do estudo.



Figura 14: Bacias hidrográficas contidas na área de estudo.

O modelo para o cenário atual levou em consideração as albufeiras de Fratel, Belver e Pracana e as considerou nós de estudo e incluiu alguns nós de controle. O primeiro nó de controle considerado foi em Almourol, onde existe uma estação hidrométrica do Sistema Nacional de

Informação de Recursos Hídricos (SNIRH) considerada confiável com medições mensais de caudal a partir de outubro de 1973. Outro nó foi incluído em Vila Franca de Xira, a jusante das regiões de maior necessidade de água para agricultura e já próximo à saída da área de estudo, mas deliberadamente antes da confluência com o rio Sorraia. Esta escolha visou evitar a inclusão da bacia do Sorraia no modelo. Finalmente, o Oeste também foi considerado um nó de estudo. Os nós de Almourol, Vila Franca de Xira e Oeste também aparecem no modelo como albufeiras, para permitir o mesmo tratamento dado às albufeiras e a extração dos mesmos resultados, mas têm volume aproximadamente nulo. A Figura 15 apresenta a localização destes nós principais nas bacias hidrográficas relevantes para o estudo e na área de estudo.

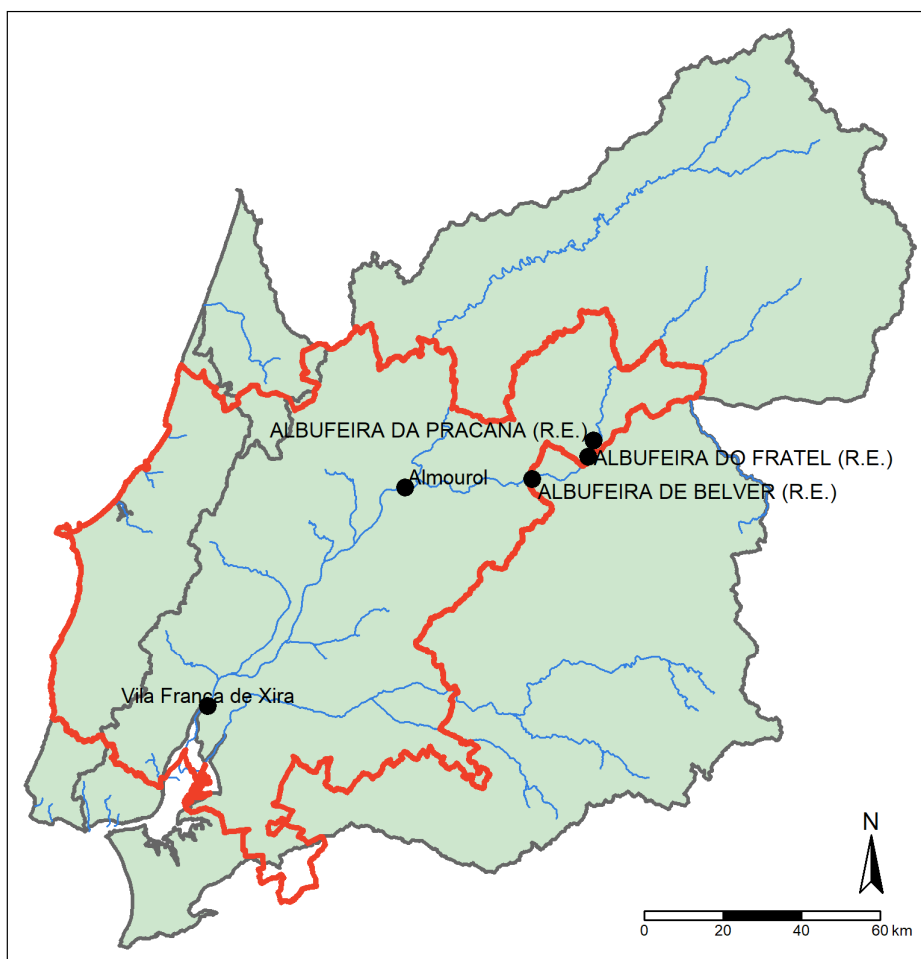


Figura 15: Localização dos pontos de interesse (nós) do modelo implementado para a situação atual.

As massas de água WISE apresentadas foram agrupadas em nós de estudo, conforme os nós de controle implementados no modelo de balanço. A Figura 16 apresenta as áreas de contribuição associadas a cada nó do estudo. As regiões do Sorraia e do Estuário do Tejo não foram incluídas

no modelo, mas estão representadas na figura para melhor compreensão da situação. As áreas do Sorraia, do Estuário e a região a jusante da área de estudo (Fora) não foram incluídas na simulação do balanço hídrico.

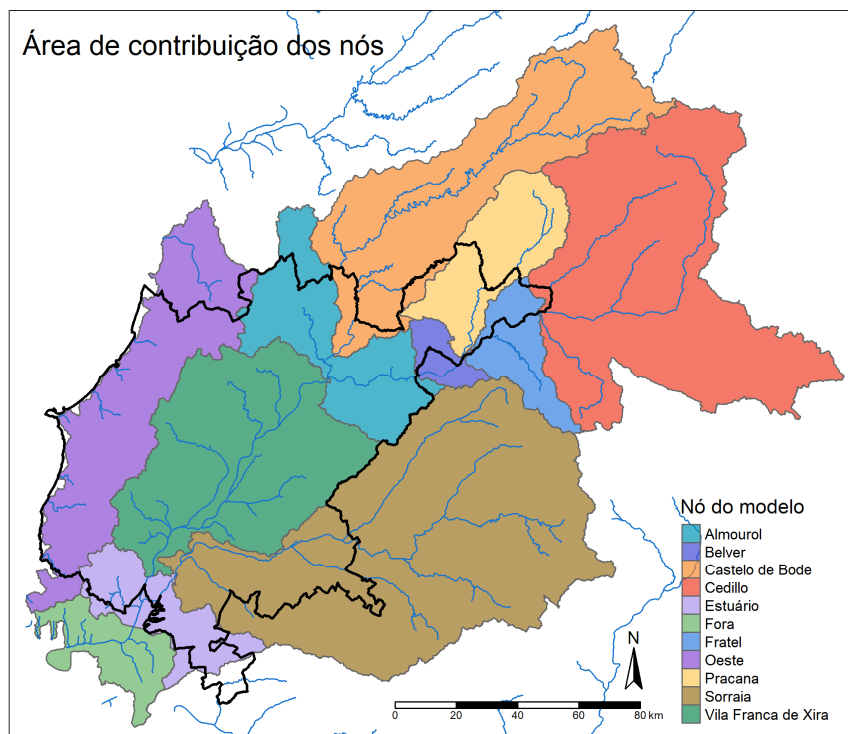


Figura 16: Áreas de contribuição para cada nó de estudo do cenário de referência.

3.2 NECESSIDADES POR SETOR POR NÓ

Calculando as necessidades de água por setor por nó de estudo (Figura 17) verifica-se a prevalência das necessidades para a agricultura em quase todos os nós, exceto para o nó Castelo de Bode, onde predomina a necessidade para uso urbano. Os nós aos quais as maiores necessidades são atribuídas são o Sorraia e Vila Franca de Xira seguidos pelo Oeste.



Figura 17: Necessidades por nó por setor.

3.2.1 PROPORÇÃO DE NECESSIDADES AGRÍCOLAS SUPERFICIAIS VS SUBTERRÂNEAS

Os dados fornecidos por (APA, 2022) contêm as necessidades agrícolas subterrâneas e superficiais, por isso é possível usá-los para estimar a proporção das necessidades agrícolas provenientes de cada uma destas origens. A proporção foi calculada com base no volume das necessidades em m^3 . O cálculo pode ser feito na escala das massas de água e dos nós de estudo. A Figura 18 apresenta os resultados para as massas de água.

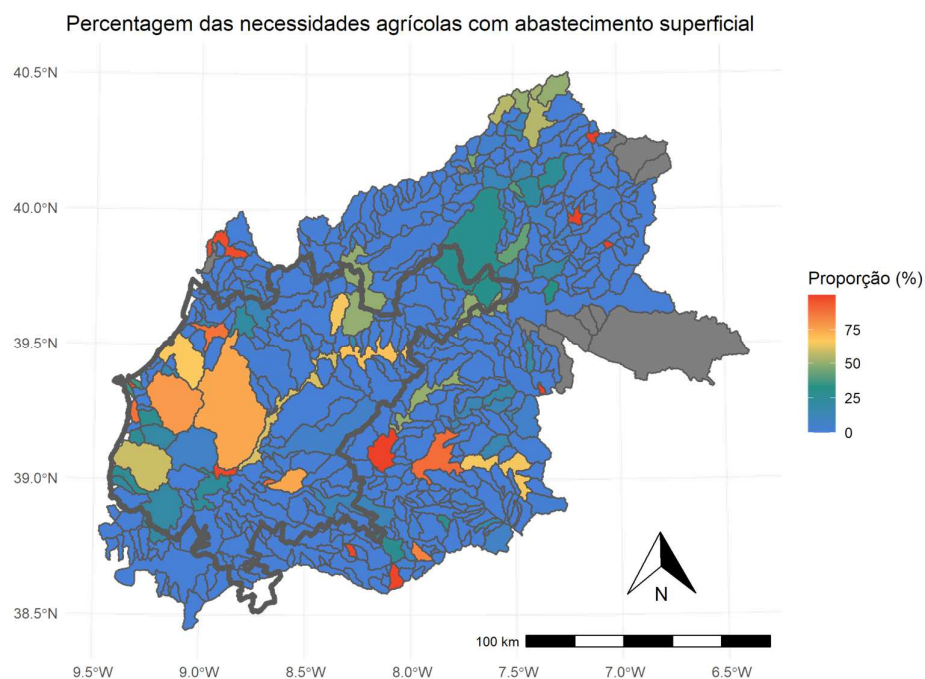


Figura 18: Percentagem das necessidades com abastecimento de origem superficial nas massas de água.

Em uma segunda abordagem, as proporções foram calculadas considerando todas as massas de água na bacia, mas na escala dos nós de estudo. A Figura 19 apresenta os valores obtidos.

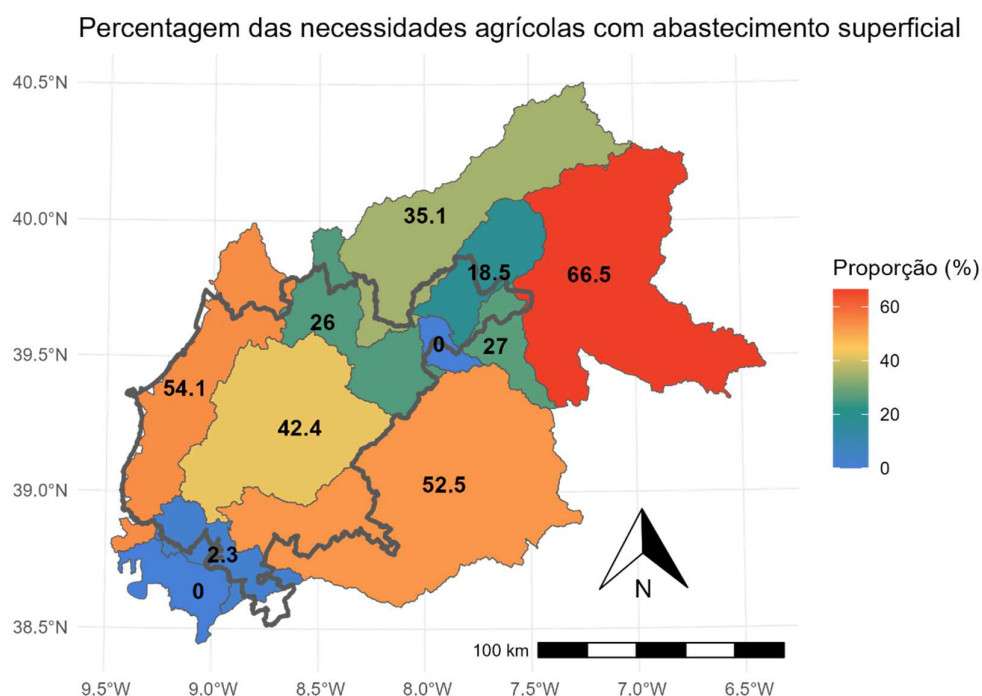


Figura 19: Percentagem das necessidades com abastecimento de origem superficial em toda a área da bacia do Tejo em Portugal e da região hidrográfica do Oeste por nó de estudo.

Considerando que este cálculo tem como um de seus objetivos dar suporte à atribuição de necessidades agrícolas a cada nó, ele também foi feito por nó considerando apenas as massas de água com pelo menos 10% da sua área dentro da área de estudo. A Figura 20 apresenta as proporções nas áreas que contribuem para cada nó. Destaca-se a grande dependência do fornecimento superficial nas áreas correspondentes ao nós do Oeste de Vila Franca de Xira. As necessidades mais baixas muitas vezes se devem ao fato de a região estar localizada em sua maioria fora da área de estudo e as necessidades usadas no cálculo podem ser pouco representativas do total da área. A bacia do rio Sorraia, tem apenas 0.8% da necessidade agrícola atribuída às disponibilidades superficiais, pois estas necessidades estão concentradas nas massas de água onde se situam albufeiras e que estão fora da área de estudo, como é possível identificar na Figura 18.

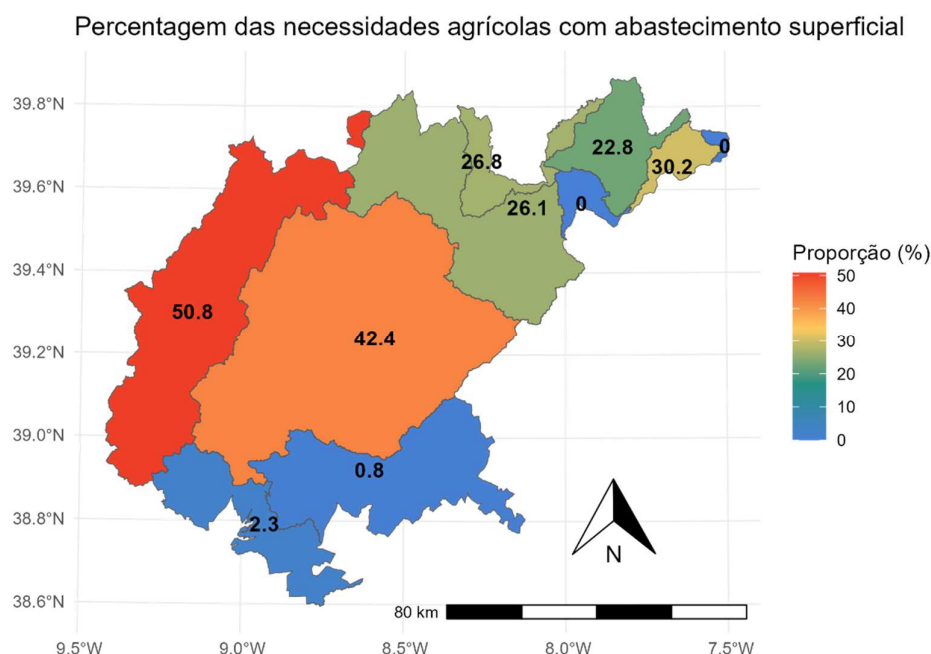


Figura 20: Percentagem das necessidades agrícolas em massas de água dentro da área de estudo com abastecimento de origem superficial.

A Tabela 3 apresenta as percentagens das necessidades agrícolas para abastecidas por águas superficiais nas áreas correspondentes aos nós de estudo considerando apenas as massas de água dentro da área de estudo e considerando todas as massas de água.

Tabela 3: Percentagem das necessidades agrícolas em massas de água nos nós de estudo

NÓ	ÁREA DE ESTUDO	TODAS AS MASSAS
ALMOUROL	26%	26%
BELVER	0%	0%
CASTELO DE BODE	27%	35%
CEDILLO	0%	67%
ESTUÁRIO	2%	2%
FRATEL	30%	27%
OESTE	51%	54%
PRACANA	23%	19%
SORRAIA	1%	53%
VILA FRANCA DE XIRA	42%	42%

3.2.2 BALANÇO DAS DISPONIBILIDADES NATURAIS, NECESSIDADES E RETORNOS POR NÓ

Assim como foi feito para as sub-bacias, também é interessante calcular os balanços hídricos nas disponibilidades naturais, necessidades e retornos para as áreas atribuídas a cada nó de estudo.

Em uma escala anual (Figura 21) é possível observar que, conforme esperado a área de maior disponibilidade de água é a região nordeste da bacia, na bacia do rio Zêzere. Esta área tem altas necessidades de água para uso urbano (Figura 6), mas também é a área que conta com maiores precipitações, principalmente na região da serra da Estrela. A região mais seca é a correspondente ao rio Sorraia, onde existem grandes necessidades agrícolas (Figura 5) e pouca precipitação.

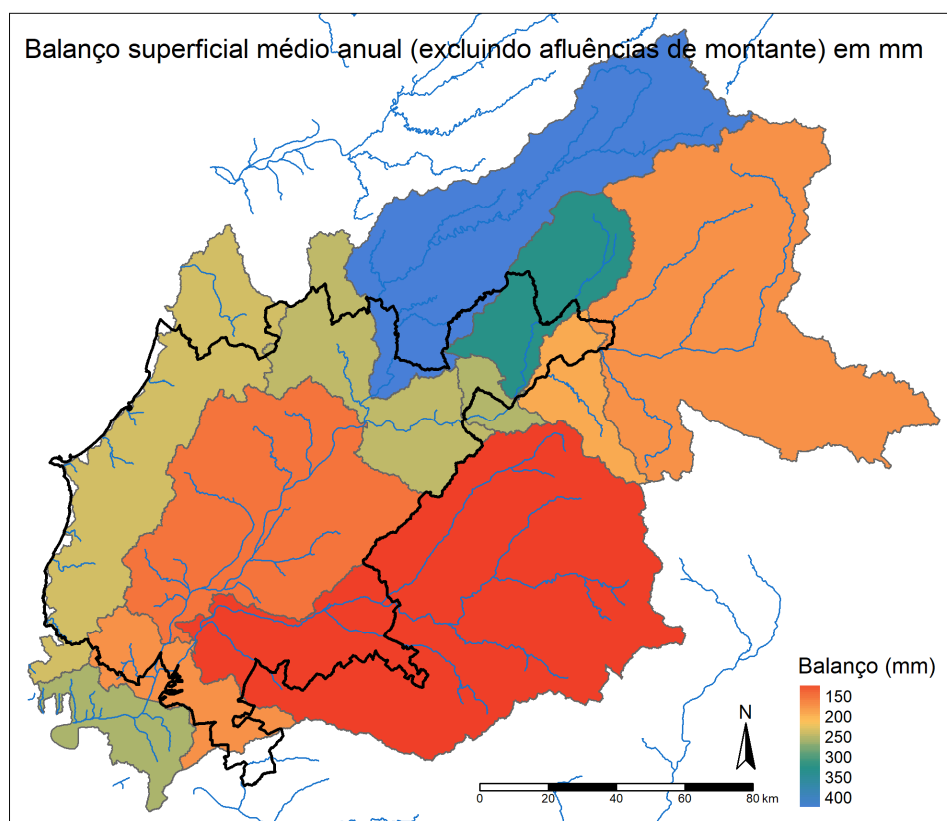


Figura 21: Balanço hídrico médio anual considerando apenas disponibilidades naturais dentro da bacia, necessidades superficiais e retornos por nó de estudo.

A Figura 22 apresenta os balanços mensais para as áreas atribuídas aos nós e é possível compreender o importante papel das albufeiras para regular os caudais e permitir o suprimento de água em momentos com pouca precipitação. O balanço se aproxima de zero ou chegaria a ser negativo em quase toda a bacia no período entre maio e outubro. Na área do Zêzere a albufeira de Castelo de Bode garante o abastecimento urbano ao longo do ano inteiro reservando os caudais excedentes do inverno e permitindo o seu uso no verão. O mesmo se passa na região do Sorraia, que não chega a ter o balanço anual negativo, e possui albufeiras que garantem o abastecimento nos meses mais secos. A Tabela 4 apresenta os balanços hídricos médios anuais e mensais em nas bacias que contribuem para cada nó é hm³.

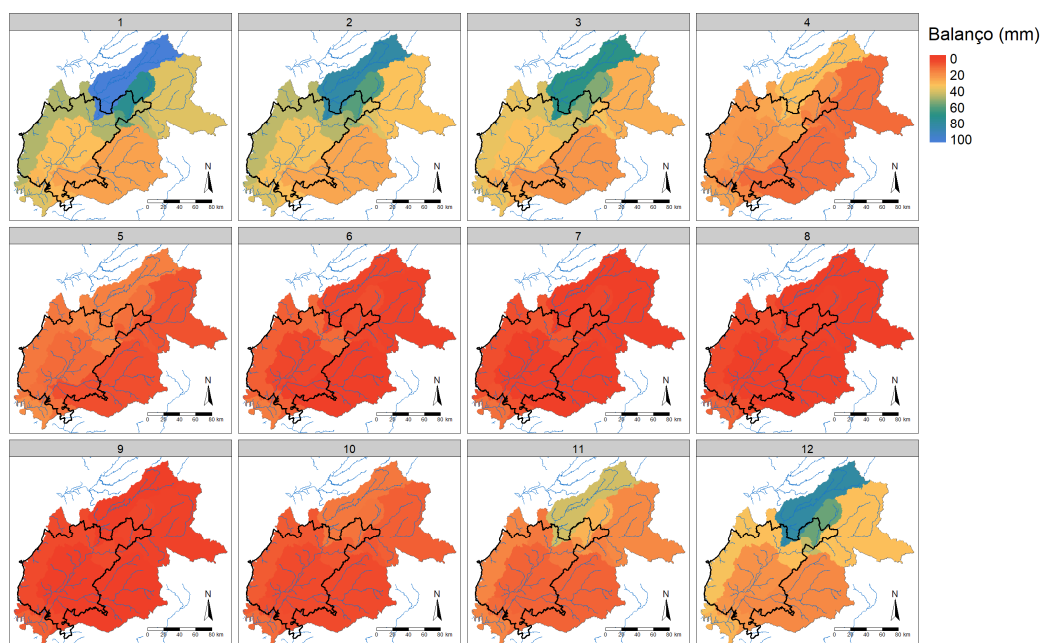


Figura 22: Balanços hídricos médios mensais considerando apenas disponibilidades naturais dentro da bacia, necessidades superficiais e retornos por nó de estudo.

Tabela 4: Balanços hídricos considerando apenas disponibilidades naturais dentro da bacia, necessidades superficiais e retornos por nó de estudo médios nas bacias que contribuem para os nós.

		MÉDIAS MENSAIS (hm³)											
NÓ	Média anual (hm³)	Jan	Fe v	Mar	Ab r	M ai	Ju n	J ul	Ag o	Set	Ou t	No v	De c
ALMOUROL	477	88	87	77	50	33	20	1	7	5	11	27	60
BELVER	85	20	17	14	5	3	1	1	0	0	3	7	14
CASTELO DE BODE	1712		32		12				-			16	32
		408	4	272	2	65	9	-5	10	-7	54	0	0
CEDILLO	1011		18									10	18
		229	9	164	61	30	3	-6	-7	2	52	9	4
FRATEL	150	35	30	26	9	5	2	1	0	0	5	13	25
OESTE	730		13					1					10
		141	5	111	67	41	25	3	8	10	24	51	3
PRACANA	465	104	86	75	29	16	6	3	2	2	18	41	82
SORRAIA													
			19					-					
								3					
								2					
	813	191	5	166	83	33	-7	2	32	-9	20	68	7
VILA FRANCA DE XIRA													
			13					1	-				
	597	122	2	121	84	43	7	8	21	-4	11	38	80

Identificando os meses em que o balanço chega a zero em cada nó (Figura 23) é possível verificar que em um ano médio só não faltaria água na ausência de albufeiras nas regiões do Oeste, Pracana e entre Fratel e Almourol.

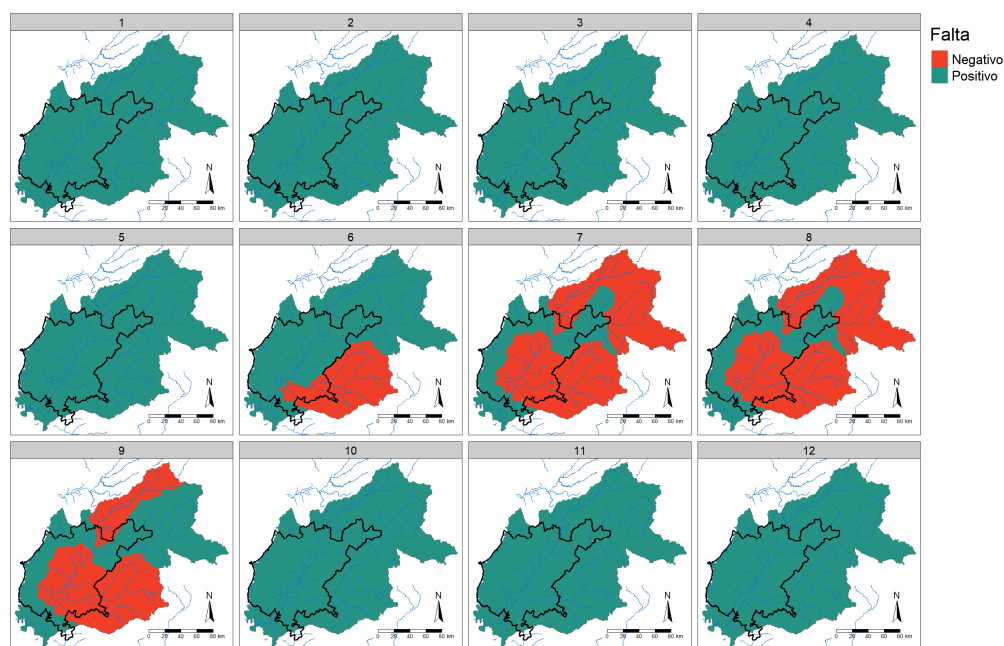


Figura 23: Meses em que os balanços hídricos médios mensais considerando apenas disponibilidades naturais dentro da bacia, necessidades superficiais e retornos por nó de estudo são negativos.

A Tabela 5 apresenta um sumário dos défices de água observados nos nós considerando apenas disponibilidades naturais dentro da bacia, necessidades superficiais e retornos por nó de estudo. O balanço mínimo anual é o valor mínimo atingido pelo balanço anual em um nó em um determinado ano hidrológico (soma de todos os valores mensais negativos e positivos). Todas as bacias exceto Belver, Castelo de Bode e Pracana chegam a atingir valores negativos. O maior défice total anual mostra o maior défice atingido quando os défices mensais são somados anualmente (soma de todos os valores mensais negativos). Há défices em todos os nós exceto em Belver, onde as necessidades são muito pequenas. O mínimo mensal refere-se ao mês com o maior défice, e mais uma vez, existem valores negativos para todos os nós, exceto Belver. Os “anos com valores mensais negativos” contam o número de anos em que pelo menos um mês apresentou um balanço hídrico mensal negativo. Os nós que apresentam maior número de anos em que se atingem valores de balanços mensais negativos são o Sorraia, Castelo de Bode e Cedillo. Pracana e Belver são os nós onde estes eventos ocorreram com menor frequência. A maior série consecutiva de meses com valores negativos acontece em Castelo de Bode e Fratel, quando os défices se mantiveram por até 9 meses.

Valorização dos Recursos Hídricos para a Agricultura no Vale do Tejo e Oeste

ANEXO 9 – AVALIAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS E HIDROLOGIA – BALANÇO HÍDRICO

ESTUDO DE VALORIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS PARA A AGRICULTURA NO VALE DO TEJO E OESTE

Tabela 5: Sumário dos déficits de água nos nós.

NÓ	BALANÇO MÍNIMO ANUAL* (HM3/ANO)	MAIOR DÉFICE TOTAL ANUAL# (HM3/ANO)	MÍNIMO MENSAL (HM3/MÊS)	ANOS COM VALORES MENSAIS NEGATIVOS	% DE MESES COM VALORES NEGATIVOS	MESES CONSECUTIVOS COM VALORES NEGATIVOS
ALMOUROL	1.7	-1.1	-3.1	9	2%	5
BELVER	0.4	0.0	0.0	0	0%	0
CASTELO DE BODE	-59.7	-17.9	-120.3	86	37%	9
CEDILLO	-10.5	-13.2	-46.6	86	27%	6
FRATEL	-3.4	-0.6	-3.4	43	16%	12
OESTE	3.0	-9.1	-29.7	21	6%	5
PRACANA	6.8	-0.3	-1.0	7	2%	4
SORRAIA	-184.1	-51.2	-187.7	86	38%	8
VILA FRANCA DE XIRA	-130.2	-40.9	-143.0	82	30%	7

* **balanço mínimo anual** - mínimo atingido pelo balanço anual em um nó em um determinado ano hidrológico (soma de todos os valores mensais negativos e positivos).

maior déficit total anual - maior déficit atingido quando os défices mensais são somados anualmente (soma de todos os valores mensais negativos)

Necessidades na região hidrográfica do Oeste

Um dos objetivos do presente estudo é avaliar a possibilidade de transposição de águas da bacia do Tejo para a região do Oeste. Assim, é interessante fazer um estudo um pouco mais detalhado das necessidades nesta região. A Figura 4 mostra a distribuição das necessidades de água no Oeste calculadas pela APA (APA, 2022) por setor e por origem da água e é possível observar que as duas maiores componentes são a necessidade agrícola e a necessidade urbana. Enquanto a necessidade agrícola é dividida entre as disponibilidades de origem superficial e subterrâneas, a necessidade urbana, que é prioritária, é suprida principalmente por disponibilidades subterrâneas. A Figura 24 apresenta as necessidades e disponibilidades ao longo do ano e é possível observar que em alguns anos as necessidades ultrapassam os volumes disponíveis.

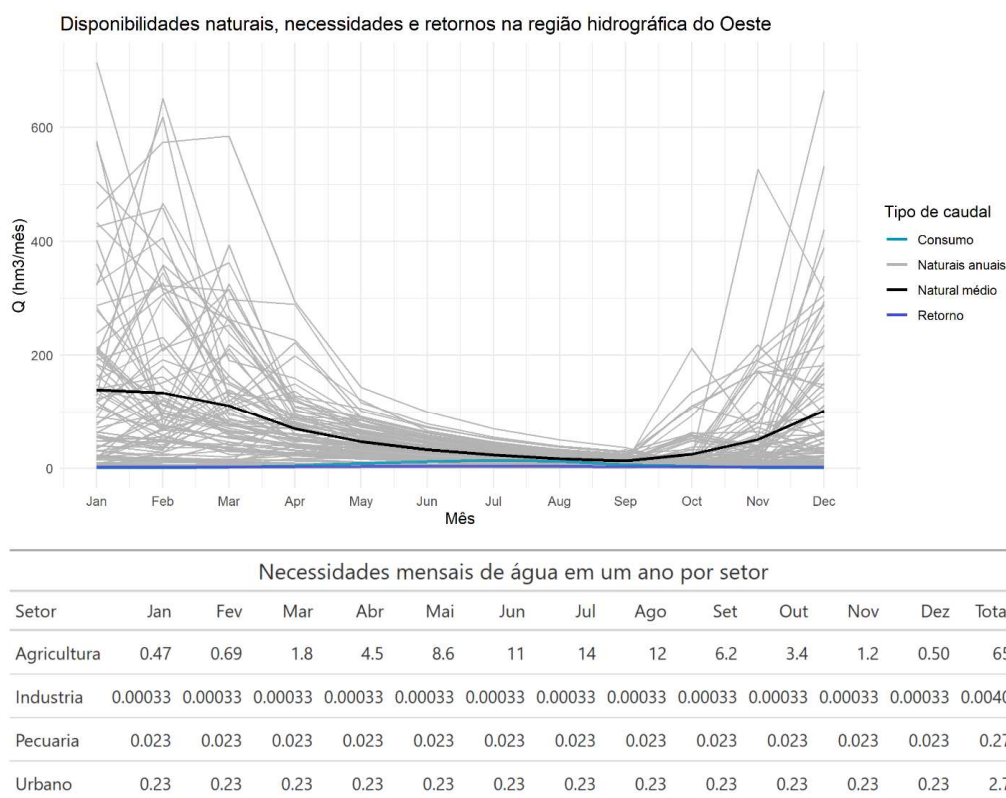


Figura 24: Disponibilidades naturais, necessidades e retornos na região hidrográfica do Oeste (APA, 2022) (European Commission, 2020).

As médias dos balanços mensais no Oeste apresentam valores positivos para as necessidades atuais, como mostra a Figura 23, mas no período de estudo a disponibilidade de água superficial foi insuficiente em 21 anos e o défice chegou a quase 30hm³ em um ano (Tabela 33), o que torna a situação da região pouco confortável. Ao contrário de outras partes da área de estudo, como o nó de Castelo de Bode, o Oeste não tem grandes albufeiras, capazes de armazenar os caudais nos meses húmidos para que sejam usados nos meses secos. Além disso, o Oeste não apresenta aflúências a montante, como Vila Franca de Xira.

3.2.3 BALANÇOS HÍDRICOS SEM CONSIDERAR A PRESENÇA DE ALBUFEIRAS NA ÁREA DE ESTUDO

O próximo passo na análise dos dados e na construção do modelo é calcular os balanços hídricos nos nós principais do modelo, agora considerando as aflúências e agregando os caudais de montante para jusante. Mais uma vez, todos os dados usados foram os da APA. O balanço deve incluir inclusive os caudais provenientes da Espanha que estão incorporados nos valores das disponibilidades modificadas fornecidos. Os caudais que efluem de Castelo de Bode e de Cedillo foram obtidos das séries de disponibilidades hídricas modificadas fornecidas por (APA, 2022) e os resultados não foram apresentados. A sub-bacia do Sorraia contribui para o Tejo apenas a jusante da área simulada e por este motivo os resultados também não estão apresentados. As sub-bacias da região hidrográfica do Oeste não contribuem para o Rio Tejo, atualmente elas formam um bloco independente, mas que em cenários futuros poderão vir a ter as suas

necessidades de água por água proveniente da bacia do Tejo, por isso os resultados foram apresentados.

Os balanços anuais estão apresentados na Tabela 6. Os resultados para Pracana e para o Oeste são iguais aos resultados apresentados anteriormente (Tabela 5), o que era esperado por serem regiões que não possuem aflúências a montante. Já para os nós de Fratel, Belver, Almourol e Vila Franca de Xira é possível observar que os défices se tornam muito mais raros e os caudais são muito mais altos. O aumento dos caudais se deve ao fato de a área de estudo esta situada na região mais a jusante da bacia do Tejo e receber contribuições de uma área muito maior do que a área de estudo de fato. Ao considerarmos os caudais agregados é possível observar que não há caudais médios anuais nem mensais negativos nos nós de estudo, apenas algumas ocorrências de défices em anos secos, conforme Tabela 7. Ainda assim é importante observar a alta sazonalidade dos balanços hídricos na bacia do Tejo e caudais muito baixos no verão, conforme Figura 25. Também é importante ressaltar que este estágio da avaliação não levou em consideração os caudais ecológicos, necessários para a manutenção dos ecossistemas aquáticos.

Tabela 6: Balanços hídricos nas bacias que contribuem para os nós do estudo com caudais agregados.

NÓ	Média annual (hm3)	MÉDIAS MENSAIS (HM3)											
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dec
ALMOUROL	10021	1969	1817	1551	1045	291	160	7	85	95	317	769	1806
BELVER	7624	1492	1393	1179	848	157	79	57	51	57	259	605	1447
FRATEL	7075	1368	1289	1091	813	138	72	53	49	55	239	556	1350
OESTE	730	141	135	111	67	41	25	13	8	10	24	51	103
PRACANA	465	104	86	75	29	16	6	3	2	2	18	41	82
VILA FRANCA DE XIRA	10618	2091	1949	1672	1129	334	166	99	64	91	328	808	1885

Tabela 7: Sumário dos défices de água nos nós com caudais agregados.

NÓ	BALANÇO MÍNIMO ANUAL* (HM3/ANO)	MAIOR DÉFICE TOTAL ANUAL# (HM3/ANO)	MÍNIMO MENSAL (HM3/MÊS)	ANOS COM VALORES MENSAIS NEGATIVOS	% DE MESES COM VALORES NEGATIVOS	MESES CONSECUTIVOS COM VALORES NEGATIVOS
ALMOUROL	1619.5	17.0	0.0	0	0%	0
BELVER	1319.3	12.6	0.0	0	0%	0
FRATEL	1273.8	12.7	0.0	0	0%	0
OESTE	3.0	-9.1	-29.7	21	6%	5
PRACANA	6.8	-0.3	-1.0	7	2%	4
VILA FRANCA DE XIRA	1490.5	-17.6	-34.7	24	4%	2

* balanço mínimo anual - mínimo atingido pelo balanço anual em um nó em um determinado ano hidrológico (soma de todos os valores mensais negativos e positivos).

maior déficit total anual - maior déficit atingido quando os défices mensais são somados anualmente (soma de todos os valores mensais negativos)

Valorização dos Recursos Hídricos para a Agricultura no Vale do Tejo e Oeste

ANEXO 9 – AVALIAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS E HIDROLOGIA – BALANÇO HÍDRICO

ESTUDO DE VALORIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS PARA A AGRICULTURA NO VALE DO TEJO E OESTE

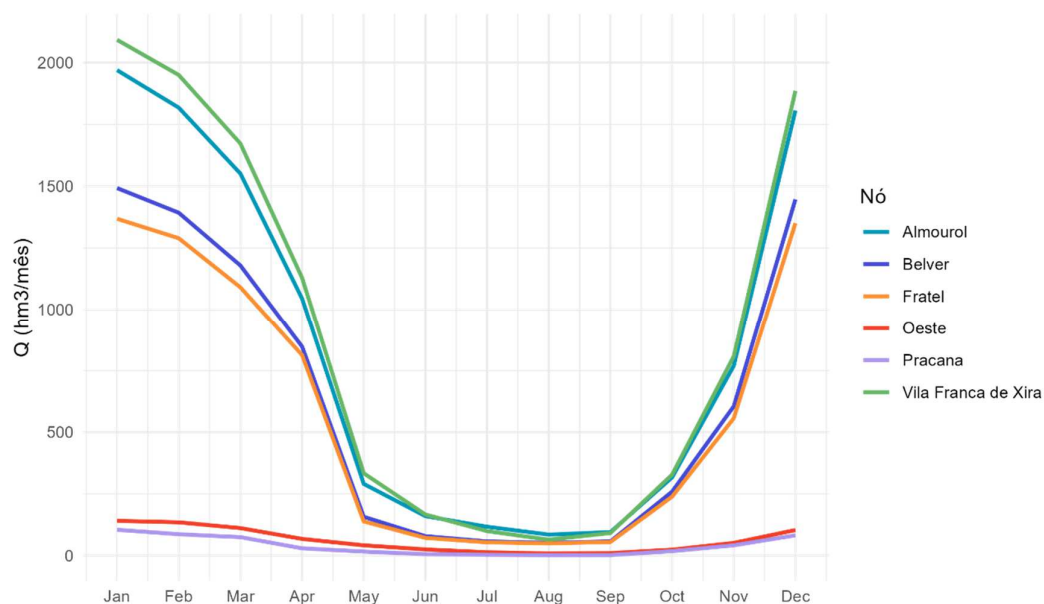


Figura 25: Balanços hídricos mensais nas bacias que contribuem para os nós do estudo com caudais agregados.

A Figura 25 apresenta ainda um aumento dos caudais no curso principal do Tejo de montante para jusante, com um grande incremento onde há a contribuição de Castelo de Bode, entre Belver e Almourol. Os caudais fora do curso principal do Tejo (Pracana e Oeste) são significativamente menores.