



Interreg

España - Portugal

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



UNION EUROPEA



INDICADORES DE ESCASSEZ NA PARTE PORTUGUESA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS MINHO E LIMA



www.risc-ml.eu

Indicadores de Escassez na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

FICHA TÉCNICA

Data:	2019-09-30	Versão do documento:	1
Código da atividade do projeto:	2		
Entidade responsável:	Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto 		
Equipa técnica:	Rodrigo Maia (Coordenador) Miguel Costa Juliana Mendes		

ÍNDICE

1	Introdução	6
1.1	Âmbito	6
1.2	Objetivos	7
2	Indicadores de Escassez	8
2.1	Metodologia	8
3	Indicador de Escassez na parte portuguesa da Bacia Hidrográfica do rio Lima	13
3.1	Caracterização geográfica da bacia hidrográfica	13
3.2	Seleção das variáveis	13
3.3	Necessidades hídricas e requisitos ambientais associados	16
3.3.1	Necessidades Hídricas	16
3.3.2	Requisitos ambientais	18
3.4	Indicador de Escassez	18
3.5	Comparação do indicador de Escassez entre a parte portuguesa e espanhola da Bacia Hidrográfica do rio Lima	22
4	Indicador de Escassez na parte portuguesa da Bacia Hidrográfica do rio Minho	24
4.1	Caracterização geográfica da bacia hidrográfica	24
4.2	Seleção das variáveis	24
4.3	Necessidades hídricas e requisitos ambientais associados	29
4.3.1	Necessidades hídricas	29
4.3.2	Requisitos ambientais	30
4.4	Indicador de Escassez (opção 1)	32
4.5	Indicador de Escassez (opção 2)	35
4.6	Comparação dos Indicadores de Escassez na parte portuguesa da bacia do rio Minho	36

Indicadores de Escassez na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima



4.7	Comparação do Indicador de Escassez entre a parte portuguesa e espanhol da Bacia Hidrográfica do rio Minho	37
5	Conclusão.....	39
6	Bibliografia	41
Anexos		42
	Anexo A - Indicador de Escassez na parte portuguesa da bacia do rio Minho, considerado o RCE definido em Portugal (opção 2).	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Metodologia de cálculo dos Indicadores de Escassez (adaptado do CHMS, 2018).....	9
Figura 2: Captação de S. Jorge, localizada na albufeira de Touvedo, no rio Lima.	14
Figura 3: Evolução temporal do volume afluente à albufeira de Touvedo, entre 10/1993 - 09/2017	15
Figura 4: Evolução do índice de Estado de Escassez na parte portuguesa da Bacia Hidrográfica do rio Lima, entre 10/1993 - 09/2017.	20
Figura 5: Evolução do índice de Estado de Escassez na parte espanhola da Bacia Hidrográfica do rio Lima (UTE 06 Limia) entre 10/1980 - 09/2017	22
Figura 6: Comparação do Índice de Estado de Escassez, entre 10/1993 - 09/2017, na parte portuguesa e espanhola (UTE 06 Limia) da bacia do rio Lima.....	23
Figura 7: Localização da captação de Troporiz, no rio Minho.	25
Figura 8: Estações hidrométricas presentes no rio Minho.....	26
Figura 9: Correlação entre o caudal afluente à estação N015 e o registado na estação E033, para o período de 10/2008 - 09/2017	27
Figura 10: Evolução temporal do caudal afluente à estação hidrométrica espanhola N015, para o período de 10/1980 - 09/2017.	27
Figura 11: Troço do rio Minho, no qual se encontra inserido a captação de Troporiz.	30
Figura 12: Evolução do índice de Estado de Escassez na parte portuguesa da Bacia Hidrográfica do rio Minho, entre 10/1980 - 09/2017, tendo em consideração o RCE espanhol.....	33
Figura 13: Evolução do Índice de Estado de Escassez na parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Minho, entre 10/1980 - 09/2017, tendo em consideração o RCE português.	35
Figura 14: Comparação do Índice de Estado de Escassez na parte portuguesa da bacia do rio Minho, tendo em consideração os diferentes RCE.....	36
Figura 15: Comparação do índice de Estado de Escassez na parte portuguesa e espanhola (UTE 02 Miño-Bajo) da bacia hidrográfica do rio Minho.....	37

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Evolução temporal do volume afluente à albufeira de Touvedo, entre 10/1993 - 09/2017	16
Tabela 2: Volume anual captado na captação de S. Jorge, entre 2013 - 2018 (fonte: AdNorte) 17	
Tabela 3: Volumes mensais de água captada na captação de S. Jorge - Touvedo, no ano de 2018 (fonte: AdNorte).	18
Tabela 4: Regime de Caudal Ecológico (RCE) associado à barragem de Touvedo.....	18
Tabela 5: Limiares de Escassez definidos para a parte portuguesa da Bacia Hidrográfica do rio Lima.....	19
Tabela 6: Limites mensais para cada um dos cenários de Escassez na parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Lima. Escoamento afluente em hm ³	20
Tabela 7: Evolução mensal do índice de Estado de Escassez na parte portuguesa da Bacia Hidrográfica do rio Lima, entre 10/1993 - 09/2017.....	21
Tabela 8: Meses de permanência em cada um dos estados de Escassez na parte portuguesa da Bacia Hidrográfica do rio Lima, entre 10/1993 - 09/2017.....	21
Tabela 9: Meses de permanência em cada um dos estados de Escassez na parte espanhola da Bacia Hidrográfica do rio Lima (UTE 06 Limia), entre 10/1980 - 09/2017	22
Tabela 10: Meses de permanência em cada um dos estado de Escassez. Comparação entre a parte portuguesa e a parte espanhola (UTE 06 Limia) da bacia hidrográfica do rio Lima.	23
Tabela 11: Evolução temporal do caudal afluente à estação hidrométrica N015, para o período de 10/1980 - 09/2017.	28
Tabela 12: Volumes anuais captados na captação de Troporiz entre 2013 - 2018 (fonte: AdNorte)	29
Tabela 13: Volume mensal captado no ano de 2018, na captação de Troporiz (fonte: AdNorte)	30
Tabela 14: Caudais ecológicos mínimos em regime natural (m ³ /s) (método hidrológico) no rio Minho (ES494MAR002260 - Rio Miño VIII)	31
Tabela 15: Regime de caudal ecológico associada à barragem de Frieira no rio Minho (PT01MIN00061 - Rio Minho (HMWB - Jusante B. Frieira))	31

Indicadores de Escassez na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima



Tabela 16: Limiares de Escassez na parte portuguesa da bacia Hidrográfica do rio Minho, considerado o RCE espanhol.	32
Tabela 17: Limites mensais para cada um dos cenários de Escassez na parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Minho, considerado o RCE espanhol. Escoamento afluente em hm ³	33
Tabela 18: Evolução mensal do índice de Estado de Escassez na parte portuguesa da Bacia Hidrográfica do rio Minho, entre 10/180 - 09/2017, tendo em consideração o RCE espanhol..	34
Tabela 19: Meses de permanência em cada um dos estados de Escassez na parte portuguesa da Bacia Hidrográfica do rio Minho, entre 1980/1981 - 2016/2017, considerando o RCE espanhol.	35
Tabela 20: Comparação da distribuição mensal de cada um dos estados de Escassez, na parte portuguesa da bacia do rio Minho, tendo em consideração os diferentes RCE	36
Tabela 21: Meses de permanência em cada um dos estados de escassez - Comparação entre a parte portuguesa e a parte espanhola (UTE 02 Miño-Bajo) da Bacia Hidrográfica do rio Minho.	38
Tabela A.1: Limiares de Escassez na parte portuguesa da bacia Hidrográfica do rio Minho, considerando o RCE português.....	43
Tabela A. 2: Limites mensais para cada um dos cenários de Escassez na parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Minho, considerando o RCE português. Escoamento afluente (hm ³).44	
Tabela A. 3: Evolução mensal do Índice de Estado de Escassez na parte portuguesa da Bacia Hidrográfica do rio Minho, entre 10/1980 - 09/2017, tendo em consideração o RCE português.	45
Tabela A. 4: Meses de permanência em cada um dos estados de Escassez na parte portuguesa da Bacia Hidrográfica do rio Minho, entre 1980/1981 - 2016/2017, considerando o RCE português.	46

Indicadores de Escassez na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

1 Introdução

1.1 Âmbito

O projeto RISC_ML - *Prevención de Riesgos de Inundaciones y Sequías en la Cuenca Internacional del Miño-Limia*, tem como finalidade o desenvolvimento de medidas conjuntas, entre Espanha e Portugal, para a Região Hidrográfica Internacional das bacias dos rios Minho e Lima, orientadas para a prevenção, preparação, previsão e para uma melhor gestão dos fenómenos hidrológicos extremos, tais como inundações e secas, de modo a mitigar os seus efeitos (RISC_ML, 2019).

No que se refere às secas, um dos principais objetivos do projeto RISC_ML consiste na definição de indicadores novos e similares, a serem aplicados em comum, por Portugal e Espanha, nas bacias hidrográficas partilhadas.

A definição de indicadores similares pode permitir um planeamento, gestão e monitorização comum das situações de seca e escassez entre Espanha e Portugal, uma vez que permitirá uma igual caracterização e comparação dos eventos de seca e escassez nas partes portuguesas e espanholas das bacias hidrográficas partilhadas.

Ao contrário de Portugal, que apenas possui um Plano Nacional de Seca, na parte espanhola da região internacional encontra-se, desde 2007, implementado um Plano de Seca, denominado de *“Plan Especial de Actuación en Situaciones de Alerta y Eventual Sequía de la Demarcación Hidrográfica del Miño-Sil”*, referido ao longo deste documento por *PEASAES_DHMS*, tendo o mesmo sido revisto em 2017 e aprovado em 2018. Nesta nova versão do plano são claramente diferenciadas, através de diferentes indicadores, duas situações: Seca Prolongada e Escassez (CHMS, 2018).

A situação de Seca Prolongada está associada à redução da precipitação e dos recursos hídricos em regime natural, sendo esta independente da intervenção humana na gestão dos recursos hídricos para os diferentes usos socioeconómicos da água. Por sua vez, a Escassez conjuntural é definida como sendo um problema temporal de falta de recursos para satisfação das necessidades hídricas associadas aos diferentes usos socioeconómicos das águas (CHMS, 2018).

A necessidade de se realizar o diagnóstico e a diferenciação clara entre uma situação de Seca Prolongada e de Escassez, na nova versão do plano espanhol, deveu-se facto da Diretiva Quadro da Água (DQA) no seu artigo 4º indicar que *“a deterioração temporária do estado das massas de água não será considerada uma violação dos requisitos da presente diretiva se resultar de circunstâncias imprevistas ou excepcionais, de causas naturais ou de força maior que sejam excepcionais ou não pudessem razoavelmente ter sido previstas, particularmente inundações extremas e secas prolongadas, ou de circunstâncias devidas a acidentes que não pudessem razoavelmente ter sido previstos”*. Para além da deterioração temporal justificada do estado das massas de água, a situação de Seca Prolongada permite igualmente, segundo o artigo 18º

Indicadores de Escassez na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

do Regulamento de la Planificación Hidrológica (RPH), a redução justificada do caudal ecológico nas massas de água.

Assim, ao diferenciar as duas situações, torna-se possível a mitigação dos efeitos através da aplicação de medidas e ações diferenciadas.

1.2 Objetivos

Neste contexto, procurou-se transpor para a parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima os procedimentos aplicados no âmbito espanhol, para definição e avaliação dos indicadores de Seca Prolongada e de Escassez, de forma a definir, em cada uma das bacias portuguesas, um sistema de indicadores similares ao estabelecidos em Espanha. Para tal, aplicou-se, a cada uma das bacias em análise, a metodologia de cálculo associada a cada um dos indicadores, descritas no *PEASAES_DHMS*.

Uma vez que se tratam de indicadores diferentes, o processo usado para definição de cada um deles, nas bacias em análises, é descrito em relatórios distintos. Neste sentido, o presente relatório apresenta, de forma detalhada, o procedimento que resultou na definição dos indicadores de Escassez, na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima, para o período de 10/1980 – 09/2017 e 10/1993 – 09/2017, respetivamente.

Para tal, tal como já referido, a metodologia seguida foi a presente no *PEASAES_DHMS*, encontrando-se a mesma descrita no ponto 2.1 deste documento. Esta começa com a seleção das variáveis a usar, sendo que após a escolha das variáveis procede-se ao estabelecimento dos limiares de Escassez (normalidade, pré-alerta, alerta e emergência). De seguida, as variáveis são reescaladas, dando origem ao indicador de Escassez, também denominado de “Índice de Estado de Escassez”.

Neste relatório, apresentar-se-á em primeiro lugar, a aplicação da metodologia à parte portuguesa da bacia do rio Lima (ponto 3 deste documento) e posteriormente à parte portuguesa da bacia do rio Minho (ponto 4 deste documento). Para além da definição do indicador de Escassez, efetua-se também, em cada uma das bacias, a comparação do indicador resultante com o indicador verificado na parte espanhola da bacia correspondente.

A definição dos indicadores de Seca Prolongada, em que foi também usada uma metodologia similar à seguida no *PEASAES_DHMS*, é abordada num outro relatório.

2 Indicadores de Escassez

De acordo com a Instrução Técnica para a elaboração dos novos Planos Especiais de Seca Espanhóis, os indicadores devem apresentar as seguintes características:

- Existência (ou possibilidade de produção) de uma série de referência que se estenda desde outubro de 1980 a setembro de 2012;
- O indicador deve ser representativo do âmbito geográfico de análise e da situação que se pretende detetar. O processo de seleção deverá determinar qual o melhor indicador ou combinação de indicadores que cumpra tal objetivo;
- Deve dispor de um sistema de medição que facilite a informação necessária, sendo que esta deve estar disponível antes do 10º dia do mês em que são analisadas;
- Os indicadores selecionados devem apresentar um passo temporal mensal.

A Escassez conjuntural deve ser entendida como sendo um problema temporal de satisfação das necessidades hídricas (demandas). Desta forma, a definição dos indicadores de Escassez fundamenta-se na relação entre as disponibilidades de recursos e as necessidades hídricas, identificando as situações de défice conjuntural, isto é, a impossibilidade conjuntural de atender às necessidades hídricas, e, conseqüentemente, servir como instrumento de ajuda na tomada de decisões relativas à gestão dos recursos hídricos (CHMS, 2018).

2.1 Metodologia

Segundo a versão aprovada em 2018 e vigente do *PEASAES_DHMS*, os indicadores de Escassez, também designado de “Índice de Estado de Escassez”, são determinados através da metodologia presente na Figura 1 (CHMS, 2018).

Indicadores de Escassez na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

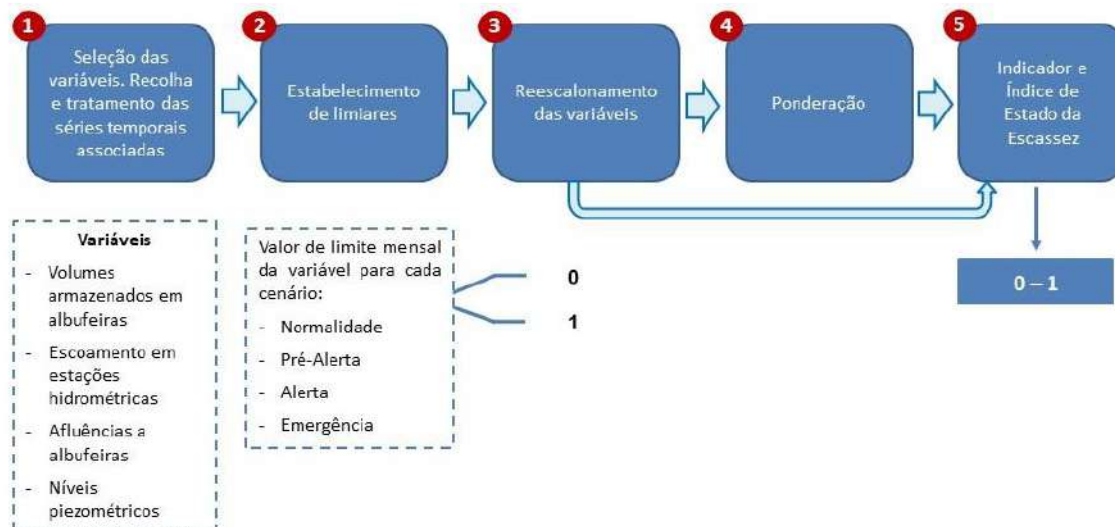


Figura 1: Metodologia de cálculo dos Indicadores de Escassez (adaptado do CHMS, 2018).

O primeiro passo da metodologia de cálculo dos Indicadores de Escassez passa pela seleção da variável, ou conjunto de variáveis, mais representativas da evolução da disponibilidade dos recursos que permitem a satisfação das necessidades hídricas. A escolha destas é realizada tendo em conta as características e as localizações das necessidades mais significativas, assim como os pontos de captação de água para satisfação dessas mesmas necessidades. Em termos de necessidades, os indicadores de *Escassez no PEASAES_DHMS* são definidos tendo em consideração as relativas às seguintes atividades: abastecimento público, regadio, indústria e as atividades recreativas (p.e. campos de golfe; piscinas).

De acordo com o *PEASAES_DHMS*, genericamente, as variáveis (representativas de disponibilidades) podem ser: volumes armazenados; escoamento afluente a albufeiras; escoamento em estações hidrométricas, entre outros, sendo que o passo estabelecido para a análise das mesmas é mensal. De referir que, no corrente *PEASAES_DHMS*, para definição dos indicadores de Escassez foram apenas utilizadas dois dos tipos de variáveis referidos: escoamento afluente a estações hidrométricas e volumes armazenado em albufeiras, tendo sido consideradas, por mais relevantes, as necessidades hídricas para abastecimento público e regadio.

Após a escolha das variáveis procede-se ao estabelecimento dos limiares correspondentes às distintas categorias de escassez:

- ausência de escassez (Normalidade);
- escassez moderada (Pré-alerta);
- escassez severa (Alerta);
- escassez grave (Emergência).

Indicadores de Escassez na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

De referir que o limiar que separa a ausência de escassez da escassez moderada (limiar de Pré-alerta) corresponde ao valor da variável que condiciona a entrada real em tal situação. De referir igualmente que o estabelecimento dos limiares é realizado para cada um dos meses do ano, ou seja, são definidos os limiares para o mês de outubro, os limiares para o mês de novembro, e sucessivamente, até setembro.

Tendo em conta o tipo de variável, os limiares de escassez são calculados de maneira distinta. Para os indicadores baseados no escoamento afluente a estações hidrométricas, o PEASAES_DHMS indica que os limiares são calculados de acordo com os seguintes critérios:

- **Pré-alerta:** mediana da série de referência.
- **Alerta:** escoamento mínimo afluente à estação hidrométrica para satisfazer as necessidades hídricas e os requisitos ambientais durante o mês correspondente.
- **Emergência:** escoamento mínimo afluente à estação hidrométrica para satisfazer as necessidades hídricas e 50 % dos requisitos ambientais durante o mês correspondente.

De referir que caso a estação hidrométrica considerada esteja a jusante dos pontos de captação de água, aos limiares de Alerta e de Emergência corresponderão, respetivamente, o escoamento mínimo na estação hidrométrica para atender os requisitos ambientais e o escoamento mínimo para atender a 50 % dos requisitos ambientais.

Por sua vez, para os indicadores baseados nos volumes armazenados, os limiares definem-se da seguinte forma:

- **Pré-alerta:** mediana da série de referência. Caso este valor seja menor que o limiar de Alerta, utilizar-se-á como limiar de Pré-Alerta, o valor idêntico ao que se obtenha como limiar de Alerta.
- **Alerta:** volume armazenado para assegurar a satisfação das necessidades hídricas e os requisitos ambientais no ponto de controlo durante o período de 3 meses ou 6 meses. O cálculo é o seguinte:

$$V_{armazenado} = \sum Nec. Hídricas + Req. Ambientais - Afluência mínima provável \quad (eq. 1)$$

- **Emergência:** volume armazenado para assegurar a satisfação das necessidades hídricas e 50% dos requisitos ambientais no período de 3 meses ou 6 meses. O cálculo é o seguinte:

$$V_{armazenado} = \sum Nec. Hídricas_{urbanas+industriais} + 50\% Req. Ambientais - Afluência mínima provável \quad (eq. 2)$$

Indicadores de Escassez na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

Quer na equação 1, como na equação 2, a afluência mínima provável corresponde ao percentil 5 das afluências mensais à albufeira durante o período de referência 1980/81 – 2011/12. Tanto no limiar de Alerta e como no de Emergência, o cálculo é realizado para passos temporais de 1 a 3 meses ou de 1 a 6 meses, seleccionando-se sempre como limiar o valor mais desfavorável, ou seja, o maior volume armazenado obtido. Caso o valor seja negativo, ou seja, a afluência mínima satisfaz as necessidades, utilizar-se-á como limiar o volume mínimo de exploração da barragem.

Definidos os limiares de escassez procede-se ao reescalonamento das variáveis, isto é, à transformação das variáveis em valores de 0 a 1, sendo este procedimento realizado através da atribuição dos seguintes valores:

- 1: valor máximo da variável durante o período de referência (1980/1981 – 2011/2012).
- 0,50: valor do limiar de Pré-alerta
- 0,30: valor do limiar de Alerta
- 0,15: valor do limiar de Emergência
- 0: caso a variável usada seja o escoamento mensal, ao valor 0 corresponderá o escoamento mínimo verificado durante o período de referência (1980/1981 – 2011/2012). Por sua vez, se o escoamento mínimo for maior que algum dos limiares de emergência, o valor 0 corresponderá ao limiar de Emergência mínimo. Caso a variável usada seja o volume armazenado, o valor 0 corresponderá ao volume morto da albufeira.

No que se refere ao processo de reescalonamento, tal como na definição dos limiares de escassez, o mesmo é realizado para cada mês. Desta forma, como exemplo, o reescalonamento dos valores de outubro será realizado tendo em consideração o valor máximo e mínimo da variável verificada nos meses de outubro compreendidos na série de referência, bem como tendo em conta os valores limiares de Pré-Alerta, Alerta e Emergência definidos para o mês de outubro, de acordo com as necessidades hídricas e requisitos ambientais correspondentes.

De realçar que caso se use mais do que uma variável (representativa das disponibilidades) para a caracterização da situação de Escassez, após o reescalonamento, proceder-se-á à agregação das mesmas, de forma ponderada, dando origem a um único Indicador de Escassez, também denominado de Índice de Estado da Escassez. Porém, caso seja usada apenas uma variável, o processo de reescalonamento resultará na definição do Indicador de Escassez.

Por fim, com a elaboração do Índice de Estado torna-se possível classificar a situação de escassez em quatro níveis:

- Se o Índice de Estado for superior a 0,50, verifica-se a ausência de escassez (situação de Normalidade);

Indicadores de Escassez na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima



- Se o Índice de Estado se situar entre 0,30 e 0,50, verifica-se escassez moderada (situação de Pré-alerta);
- Se o Índice de Estado se situar entre 0,15 e 0,30, verifica-se escassez severa (situação de Alerta);
- Se o Índice de Estado se situar entre 0,00 e 0,15, verifica-se escassez grave (situação de Emergência).

3 Indicador de Escassez na parte portuguesa da Bacia Hidrográfica do rio Lima

3.1 Caracterização geográfica da bacia hidrográfica

A parte portuguesa da bacia do rio Lima tem uma área de aproximadamente 1200 km², correspondendo a 48% da área total da bacia. Esta área é constituída por 11 concelhos: Arcos de Valdevez, Melgaço, Monção, Montalegre, Paredes de Coura, Ponte de Lima, Terras do Bouro, Viana do Castelo, Vila Nova de Cerveira e Vila Verde.

Destes 11 concelhos, a bacia é composta na sua quase totalidade por quatro principais concelhos: Arcos de Valdevez (98,46 %), Ponte da Barca (99,51 %), Ponte de Lima (87,45 %) e Viana do Castelo (52,38 %), sendo os únicos concelhos cuja área se encontra maioritariamente (i.e. $\geq 50\%$), dentro dos limites da bacia hidrográfica (os valores indicados entre parênteses correspondem à percentagem de área do concelho que se encontra dentro dos limites da bacia hidrográfica).

No *PEASAES_DHMS* é definida apenas uma unidade de análise de escassez (UTE) na parte espanhola da bacia do rio Lima, pelo que se admitiu neste trabalho que a parte portuguesa da bacia corresponderia também a uma unidade de análise única.

3.2 Seleção das variáveis

Tal como definido na metodologia, a seleção das variáveis a usar na definição dos indicadores de Escassez é realizada tendo em conta as características e a localização das necessidades hídricas (demandas) mais significativas, assim como tendo em conta a localização dos pontos de captação para satisfação das necessidades.

Assim, para a definição dos indicadores de Escassez, tomaram-se em consideração as necessidades hídricas associadas a quatro atividades diferentes: Abastecimento Público, Agricultura, Indústria e Turismo. Destes 4 tipos de necessidades, consideraram-se as necessidades relativas ao Abastecimento Público como sendo as principais na escolha da variável para definir o indicador de Escassez.

Na parte portuguesa da Bacia Hidrográfica do rio Lima, o abastecimento público em alta é realizado, quase na sua totalidade, pelo sistema multimunicipal das Águas do Norte, S.A. (AdNorte). Como tal, analisaram-se as captações pertencentes à AdNorte existentes na bacia do rio Lima, tendo-se verificado que a captação mais relevante (e futuramente prevista como a única captação a usar na bacia do rio Lima) é a de S. Jorge (pertencente ao subsistema de S. Jorge), situada na albufeira da barragem de Touvedo (Figura 2).

Indicadores de Escassez na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

A relevância dessa captação decorre de ser a que, isoladamente, abastece os principais concelhos da bacia do rio Lima (Arcos de Valdevez, Ponte da Barca, Ponte de Lima e Viana do Castelo) e ainda 2 concelhos da bacia do rio Minho (Caminha e Vila Nova de Cerveira), sendo a captação, na bacia hidrográfica do rio Lima, onde atualmente se verifica a maior quantidade de volume captado.

Desta forma, a escolha da variável a usar na definição do indicador de Escassez teve por base a localização da captação de S. Jorge, sendo de referir que na albufeira de Touvedo não existem captações de água associadas a outras atividades, nomeadamente regadio e indústria.

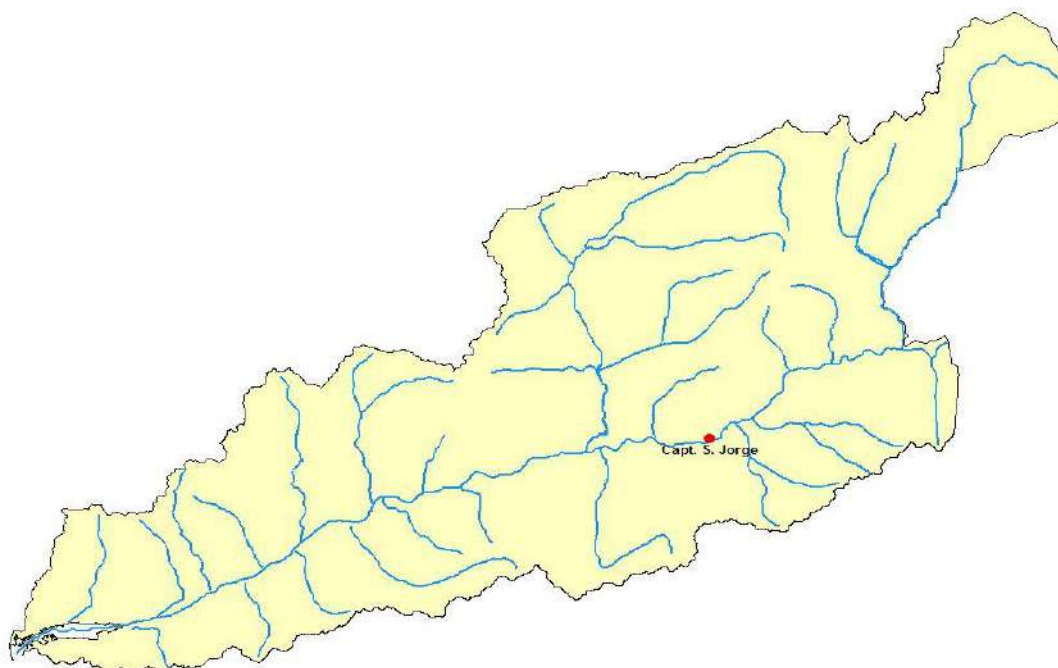


Figura 2: Captação de S. Jorge, localizada na albufeira de Touvedo, no rio Lima.

Numa primeira instância, uma vez que a captação se localiza na albufeira de Touvedo, procurou-se usar como variável o volume armazenado na mesma. Porém, aquando da definição dos limiares de escassez, tendo em conta o procedimento definido no *PEASAES_DHMS* a usar quando a variável são volumes armazenados, verificou-se uma enorme dificuldade em definir os limiares de Escassez, sobretudo os de Alerta e Emergência. Tal deve-se ao facto da albufeira de Touvedo ser muito dependente das descargas realizada pela barragem do Alto Lindoso, o que faz com que as afluências à albufeira sejam bastantes irregulares, dependentes do regime de exploração hidroelétrica. A tal acresce a baixa capacidade útil da albufeira de Touvedo (4 hm³), em que o volume morto da albufeira (11,50 hm³) é muito próximo da capacidade total (15,50 hm³) (SNIRH, 2019).

Como tal, para a definição do indicador de Escassez optou-se por considerar como variável o escoamento afluente à albufeira de Touvedo.

Indicadores de Escassez na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

Para a definição dos valores das aflúências mensais, começou-se por fazer o levantamento dos valores dos volumes afluentes mensais à albufeira de Touvedo para o período de 10/1993 – 09/2017, no portal SNIRH. De referir que o levantamento realizou-se a partir de 10/1993, uma vez que o aproveitamento hidroelétrico de Touvedo apenas iniciou a sua exploração nesse ano.

Para colmatação das falhas em alguns dos valores de volumes mensais, por falhas dos valores das aflúências diárias também disponíveis (expressas em m^3/s), considerou-se a média dos registos diários existentes nos meses com falhas mensais, tendo-se multiplicando esse valor médio pelo número de total de dias de cada mês.

Na Figura 3 encontra-se patente a evolução temporal das aflúências (em hm^3) à albufeira de Touvedo, encontrando-se na Tabela 1, os respetivos valores mensais considerados (sombreados a azul os meses com falhas).

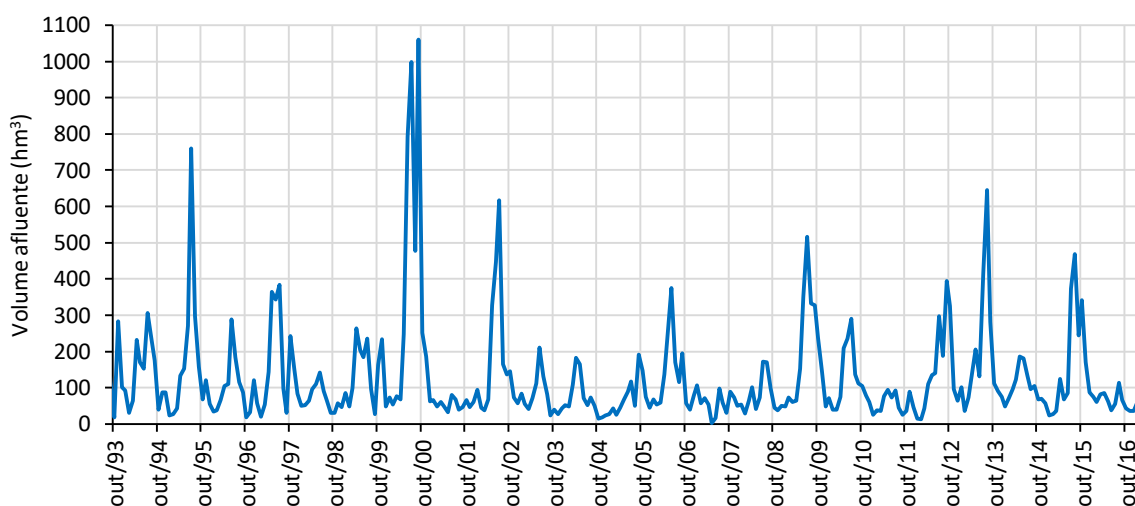


Figura 3: Evolução temporal do volume afluente à albufeira de Touvedo, entre 10/1993 - 09/2017

Indicadores de Escassez na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

Tabela 1: Evolução temporal do volume afluente à albufeira de Touvedo, entre 10/1993 - 09/2017

Ano Hidrológico	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
1993/1994	191,02	193,44	163,46	379,64	262,22	115,25	18,66	283,05	101,79	92,19	30,51	64,54
1994/1995	232,94	169,85	153,02	307,16	245,81	176,00	39,40	87,34	87,69	23,17	27,40	44,06
1995/1996	133,14	152,33	271,03	760,75	296,79	158,53	68,17	120,53	56,25	34,39	38,01	66,61
1996/1997	105,50	110,60	289,19	184,19	115,95	86,99	18,48	32,30	120,97	57,18	20,65	54,43
1997/1998	143,78	364,69	343,96	383,28	98,41	31,28	242,27	152,24	84,42	50,46	51,24	65,06
1998/1999	95,73	111,12	141,26	90,99	64,01	31,36	30,84	57,45	47,25	84,93	48,13	99,87
1999/2000	264,30	204,33	185,32	235,62	96,59	27,48	162,86	233,29	48,03	73,95	53,57	77,24
2000/2001	68,86	248,75	792,11	998,53	477,19	1059,36	250,98	186,24	61,95	66,16	48,21	60,13
2001/2002	49,02	33,44	81,13	67,13	39,43	46,07	66,87	47,41	61,17	94,82	44,46	37,84
2002/2003	68,84	327,30	447,64	616,30	165,72	136,87	145,67	73,12	58,12	83,72	55,98	41,78
2003/2004	71,25	111,72	211,86	132,05	81,68	23,57	39,92	27,59	43,29	52,23	48,48	108,35
2004/2005	183,20	165,89	71,51	51,43	73,67	49,82	15,29	17,95	23,59	27,86	42,59	26,44
2005/2006	44,73	67,13	88,39	117,58	51,05	191,24	146,97	74,46	45,88	67,50	53,30	58,84
2006/2007	136,33	265,16	374,98	170,35	116,44	195,52	57,02	39,64	77,76	107,67	57,05	71,02
2007/2008	54,37	32,63	17,14	98,03	59,63	31,07	89,68	73,39	50,80	54,37	29,20	64,02
2008/2009	101,78	41,47	73,39	171,95	170,07	98,84	45,31	37,46	49,48	48,32	73,91	60,47
2009/2010	64,44	152,80	350,87	515,95	332,64	327,46	237,40	147,50	47,71	70,90	40,34	40,28
2010/2011	74,25	209,47	236,55	290,77	136,25	112,65	104,59	77,91	60,83	24,87	38,44	36,08
2011/2012	77,42	94,71	72,50	92,84	45,42	25,82	37,01	89,49	46,22	15,35	13,53	44,14
2012/2013	110,14	134,51	140,42	296,85	187,56	394,32	324,96	96,65	64,83	102,39	36,80	72,94
2013/2014	146,54	205,74	132,10	414,51	644,91	280,75	112,44	90,90	75,13	48,29	71,21	96,93
2014/2015	122,34	186,99	181,22	133,57	97,03	105,94	67,33	69,66	56,97	23,86	27,51	35,87
2015/2016	124,38	67,47	86,51	372,91	468,70	244,79	341,83	170,48	88,18	75,08	60,13	81,34
2016/2017	85,47	62,70	37,44	55,55	113,77	67,07	43,75	36,51	36,83	56,67	50,89	35,10

3.3 Necessidades hídricas e requisitos ambientais associados

3.3.1 Necessidades Hídricas

Tal como já referido, como necessidades hídricas consideraram-se apenas as necessidades correspondentes ao Abastecimento Público, uma vez que é o único tipo de uso de água efetivamente consumptivo associado à albufeira de Touvedo, cujo aproveitamento é direcionado para a produção de energia hidroelétrica, Desta forma, as necessidades hídricas consideradas corresponderam aos concelhos abastecidos pela captação de S. Jorge, localizada na albufeira de Touvedo, sendo eles:

- Abastecimento Arcos de Valdevez;

Indicadores de Escassez na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

- Abastecimento Ponte da Barca;
- Abastecimento Ponte de Lima;
- Abastecimento Viana do Castelo;
- Abastecimento Caminha;
- Abastecimento Vila Nova de Cerveira.

De forma a quantificar as necessidades hídricas mensais associadas ao abastecimento destes concelhos efetuou-se uma análise dos volumes captados entre 2013 – 2018, na captação de S. Jorge, tendo sido os mesmos fornecidos pelas AdNorte, e referidos na Tabela 2, em termos anuais.

Tabela 2: Volume anual captado na captação de S. Jorge, entre 2013 - 2018 (fonte: AdNorte)

Captação de S. Jorge	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Volume anual (hm ³)	2,65	4,50	5,85	9,99	10,50	10,92

Através da observação da Tabela 2 verifica-se que o volume captado na captação de S. Jorge aumentou progressivamente entre 2013 e 2016, sendo que entre 2016 e 2018 o incremento foi mais gradual, correspondendo a uma estabilização do sistema de abastecimento.

Em 2013, a captação de S. Jorge abastecia partes dos concelhos de Arcos de Valdevez, Ponte da Barca, Ponte de Lima e a parte Sul de Viana do Castelo, uma vez que a parte Norte de Viana era abastecida pela captação de Bertandos.

Entre 2013 e 2015, houve em cada um dos 4 concelhos, um aumento da área abrangida pela a captação de S. Jorge, o que fez com que aumentasse o volume captado.

Por sua vez, o aumento de volume captado verificado de 2015 para 2016, deveu-se ao facto da captação de S. Jorge passar a abastecer os concelhos de Vila Nova de Cerveira, a parte Norte de Viana do Castelo e a parte sul do concelho de Caminha.

Entre 2017 e 2018, a parte Norte de Caminha passou também a ser abastecido pela captação de S. Jorge.

Com a entrada da parte de Norte de Caminha, o sistema de abastecimento ligado à captação de S. Jorge estabilizou, pelo que se considerou como necessidades hídricas mensais os volumes captados e medidos pela AdNorte na captação de S. Jorge no ano civil de 2018 (Tabela 3).

Indicadores de Escassez na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

Tabela 3: Volumes mensais de água captada na captação de S. Jorge - Touvedo, no ano de 2018 (fonte: AdNorte).

Volume Captado (hm ³)	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
2018	0,99	0,93	0,85	0,71	0,68	0,74	0,83	0,84	0,96	1,03	1,34	1,02

Desta forma, para a definição dos indicadores de Escassez, os valores da Tabela 3 foram considerados como sendo os valores de necessidades hídricas ocorridos em todos os anos do período de análise considerado.

3.3.2 Requisitos ambientais

Como requisitos ambientais, considerou-se o regime de caudal ecológico (RCE) associado à barragem de Touvedo estando o mesmo patente na Tabela 4 (APA, 2016).

Tabela 4: Regime de Caudal Ecológico (RCE) associado à barragem de Touvedo.

RCE	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
m ³ /s	1,5	3,5	5,3	6,8	7,6	6,8	4,1	2,9	1,6	0,8	0,5	0,7
hm ³	4,02	9,07	14,19	18,21	18,57	18,21	10,63	7,77	4,15	2,14	1,34	1,81

Tal como para as necessidades hídricas, para a definição dos indicadores de Escassez os valores da Tabela 4 foram considerados como os valores de requisitos ambientais ocorridos em todos os anos do período de análise considerados.

3.4 Indicador de Escassez

Selecionada a variável a usar, procedeu-se à definição do indicador de Escassez, começando pelo estabelecimento de limiares de Escassez, conforme referido na metodologia.

Sendo a variável usada o escoamento afluente à albufeira de Touvedo, definiram-se os limiares de escassez, para cada um dos meses, de acordo com a metodologia definida no PEASAES_DHMS para o caso da variável usada corresponder ao escoamento afluente a uma estação hidrométrica, isto é:

- **Limiar de Pré-Alerta:** Mediana do escoamento afluente à albufeira, durante o período de referência;
- **Limiar de Alerta:** Escoamento afluente mínimo à albufeira para satisfazer as necessidades hídricas e os requisitos ambientais (caudal ecológico);
- **Limiar de Emergência:** Escoamento afluente mínimo à albufeira para satisfazer as necessidades hídricas e 50 % dos requisitos ambientais (caudal ecológico).

De relembrar que os limiares de escassez foram definidos para cada um dos meses do ano.

Indicadores de Escassez na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

Tal como já referido, uma vez que o Aproveitamento Hidroelétrico de Touvedo foi construído em 1993, não é possível considerar como série de referência o período definido no PEASAES_DHMS, isto é: 10/1980 – 09/2012. Desta forma adotou-se como série de referência o período de 10/1993 – 09/2012. Neste sentido, na Tabela 5 encontram-se presentes os Limiares de Escassez definidos para a parte portuguesa da Bacia Hidrográfica do rio Lima, considerando as necessidades hídricas e os requisitos ambientais, no período em análise, indicadas em 3.3.1 (Tabela 3) e 3.3.2 (Tabela 4).

Tabela 5: Limiares de Escassez definidos para a parte portuguesa da Bacia Hidrográfica do rio Lima.

Limiar de Escassez	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Pré-Alerta	95,73	152,80	185,32	184,19	115,95	98,84	66,87	74,46	56,25	57,18	44,46	60,13
Alerta	5,01	10,00	15,05	18,92	19,06	18,95	11,46	8,61	5,11	3,17	2,68	2,83
Emergência	3,00	5,46	7,95	9,81	9,87	9,84	6,15	4,72	3,04	2,10	2,01	1,92

Definidos os limiares de escassez procedeu-se ao reescalonamento da variável, tendo-se para tal seguido a metodologia apresentada no ponto 2.1 deste documento, com base na qual o reescalonamento das variáveis é realizado através da atribuição dos seguintes valores:

- 1: Valor máximo do escoamento afluente verificado durante a série de referência (10/1993 – 09/2012);
- 0,5: Limiar de Pré-Alerta;
- 0,3: Limiar de Alerta;
- 0,15: Limiar de Emergência;
- 0: Escoamento afluente mínimo verificado durante a série de referência (10/1993 – 09/2012). Caso esta valor seja superior a algum dos limiares de emergência, o valor 0 corresponderá ao limiar de emergência mínimo.

Tal como para a definição dos limiares, o reescalonamento foi realizado para cada um dos meses. Assim, seguindo o procedimento indicado, apresentam-se na presente na Tabela 6 os valores usados para o reescalonamento da variável.

Indicadores de Escassez na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

Tabela 6: Limites mensais para cada um dos cenários de Escassez na parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Lima. Escoamento afluente em hm³.

Índice de Estado	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
1,00	264,30	364,69	792,11	998,53	477,19	1059,36	250,98	283,05	143,00	107,67	73,91	108,35
0,50	95,73	152,80	185,32	184,19	115,95	98,84	66,87	74,46	56,25	57,18	44,46	60,13
0,30	5,01	10,00	15,05	18,92	19,06	18,95	11,46	8,61	5,11	3,17	2,68	2,83
0,15	3,00	5,46	7,95	9,81	9,87	9,84	6,15	4,72	3,04	2,10	2,01	1,92
0,00	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92

De referir que para o valor 0 do Índice de Estado se adotou o valor mais baixo dos limiares de emergência definidos (1,92 hm³, verificado no mês de setembro), uma vez que as aflúncias mínimas à albufeira, ocorridas em cada um dos meses, foram superiores aos limiares de Emergência mensais.

Assim, de acordo com os valores da Tabela 6 procedeu-se ao reescalonamento da variável, obtendo-se o Indicador de Escassez (Índice de Estado de Escassez) para a parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Lima, sendo o gráfico da evolução mensal do mesmo, para o período de análise considerado (10/1993 – 09/2017), apresentado na Figura 4 e os correspondentes valores mensais apresentados na Tabela 7.

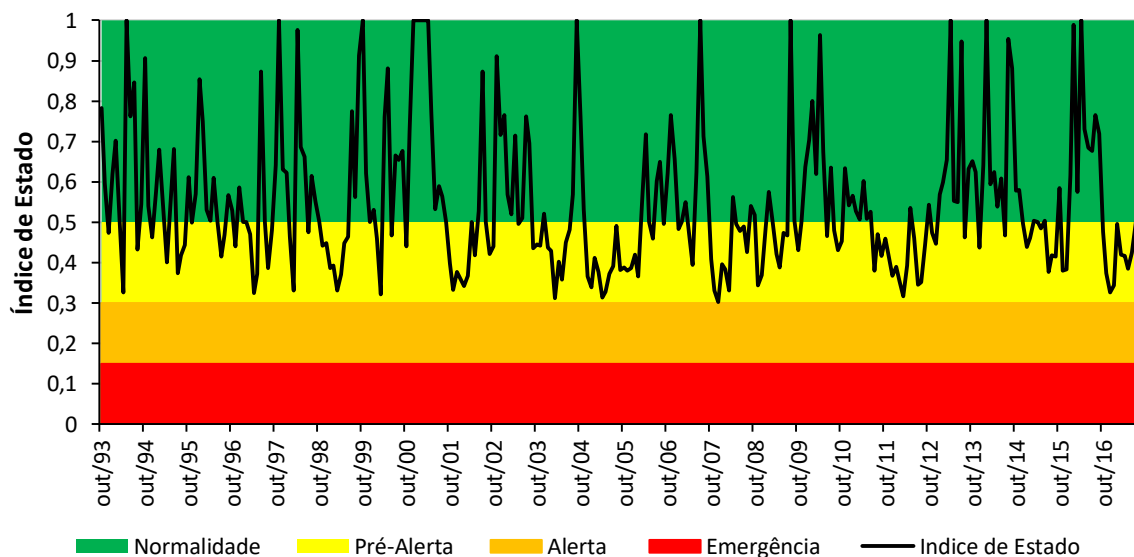


Figura 4: Evolução do índice de Estado de Escassez na parte portuguesa da Bacia Hidrográfica do rio Lima, entre 10/1993 - 09/2017.

Indicadores de Escassez na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

Tabela 7: Evolução mensal do índice de Estado de Escassez na parte portuguesa da Bacia Hidrográfica do rio Lima, entre 10/1993 - 09/2017.

Ano Hidrológico	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
1993/1994	0,783	0,596	0,474	0,620	0,702	0,509	0,326	1,000	0,762	0,847	0,433	0,546
1994/1995	0,907	0,540	0,462	0,575	0,680	0,540	0,401	0,531	0,681	0,374	0,418	0,444
1995/1996	0,611	0,499	0,571	0,854	0,750	0,531	0,504	0,610	0,500	0,416	0,469	0,567
1996/1997	0,529	0,441	0,586	0,500	0,500	0,470	0,325	0,372	0,873	0,500	0,386	0,480
1997/1998	0,643	1,000	0,631	0,622	0,464	0,331	0,976	0,686	0,662	0,475	0,615	0,551
1998/1999	0,500	0,442	0,448	0,387	0,393	0,331	0,370	0,448	0,465	0,775	0,562	0,912
1999/2000	1,000	0,622	0,500	0,532	0,460	0,321	0,761	0,881	0,468	0,666	0,655	0,677
2000/2001	0,441	0,726	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,768	0,533	0,589	0,564	0,500
2001/2002	0,397	0,333	0,378	0,358	0,342	0,368	0,500	0,418	0,528	0,873	0,500	0,422
2002/2003	0,441	0,912	0,716	0,765	0,569	0,520	0,714	0,496	0,511	0,763	0,696	0,436
2003/2004	0,446	0,442	0,522	0,437	0,429	0,312	0,403	0,358	0,449	0,482	0,568	1,000
2004/2005	0,759	0,531	0,366	0,339	0,413	0,377	0,314	0,328	0,372	0,391	0,491	0,382
2005/2006	0,388	0,380	0,386	0,419	0,366	0,548	0,718	0,500	0,459	0,602	0,650	0,495
2006/2007	0,620	0,765	0,656	0,483	0,501	0,550	0,464	0,394	0,624	1,000	0,714	0,613
2007/2008	0,409	0,332	0,302	0,396	0,384	0,330	0,562	0,497	0,479	0,490	0,427	0,540
2008/2009	0,518	0,344	0,369	0,485	0,575	0,500	0,422	0,388	0,474	0,467	1,000	0,503
2009/2010	0,431	0,500	0,636	0,704	0,800	0,619	0,963	0,675	0,467	0,636	0,480	0,431
2010/2011	0,453	0,634	0,542	0,565	0,528	0,507	0,602	0,508	0,526	0,380	0,471	0,416
2011/2012	0,460	0,419	0,367	0,389	0,354	0,317	0,392	0,536	0,461	0,345	0,352	0,444
2012/2013	0,543	0,474	0,447	0,569	0,599	0,654	1,000	0,553	0,549	0,948	0,463	0,633
2013/2014	0,651	0,625	0,437	0,641	1,000	0,595	0,624	0,539	0,609	0,467	0,954	0,882
2014/2015	0,579	0,581	0,495	0,439	0,461	0,504	0,501	0,485	0,504	0,377	0,419	0,415
2015/2016	0,585	0,380	0,384	0,616	0,988	0,576	1,000	0,730	0,684	0,677	0,766	0,720
2016/2017	0,477	0,374	0,326	0,344	0,496	0,420	0,417	0,385	0,424	0,498	0,609	0,413

Por análise da Figura 4 e da Tabela 7 verifica-se que a parte portuguesa da Bacia Hidrográfica do rio Lima é caracterizada por uma baixa exposição a situações de Escassez, uma vez que durante o período de análise (10/1993 – 09/2017) não se verificaram situações de Alerta nem de Emergência.

Em termos percentuais, os diferentes estados de Escassez, entre 10/1993 – 09/2017, apresentam a distribuição presente na Tabela 8.

Tabela 8: Meses de permanência em cada um dos estados de Escassez na parte portuguesa da Bacia Hidrográfica do rio Lima, entre 10/1993 - 09/2017.

Estado	Meses	Percentagem
Normalidade	155	53,8 %
Pré-Alerta	133	46,2 %
Alerta	0	0,0 %
Emergência	0	0,0 %

Indicadores de Escassez na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

Por observação da Tabela 8 constata-se que entre 10/1993 e 09/2017 o número de meses em estado de Normalidade e de Alerta foram semelhantes.

3.5 Comparação do indicador de Escassez entre a parte portuguesa e espanhola da Bacia Hidrográfica do rio Lima

Uma vez definido o Índice de Estado da Escassez para a parte portuguesa da bacia do rio Lima, efetuou-se a sua comparação com o Índice de Estado verificado na parte espanhola da bacia, ou seja, na UTE 06 Limia.

Ao contrário da parte portuguesa da bacia, onde se definiu o Índice de Estado apenas a partir de outubro de 1993, na parte espanhola da bacia do rio Lima, o Índice de Estado da Escassez encontra-se definido desde outubro de 1980, conforme atenta a Figura 5, sendo que o número de meses em cada um dos Estados de Escassez, entre 10/1980 – 09/2017 encontra-se na Tabela 9.

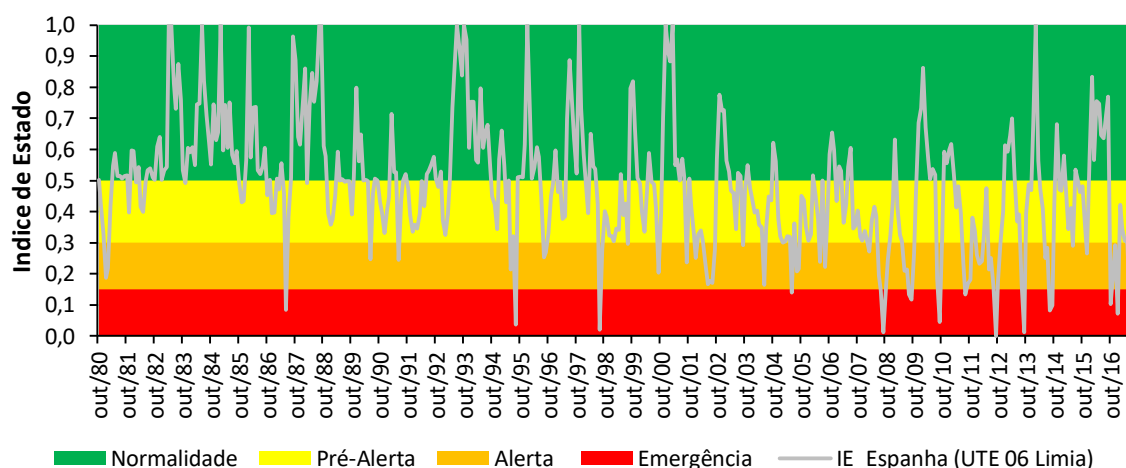


Figura 5: Evolução do índice de Estado de Escassez na parte espanhola da Bacia Hidrográfica do rio Lima (UTE 06 Limia) entre 10/1980 - 09/2017

Tabela 9: Meses de permanência em cada um dos estados de Escassez na parte espanhola da Bacia Hidrográfica do rio Lima (UTE 06 Limia), entre 10/1980 - 09/2017

Estado	Meses	Porcentagem
Normalidade	212	47,7 %
Pré-Alerta	164	36,9 %
Alerta	49	11,0 %
Emergência	19	4,3 %

Devido ao facto das duas bacias possuírem a análise do Índice de Estado para períodos diferentes, a comparação entre os índices para o período comum entre as duas partes foi apenas

Indicadores de Escassez na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

efetuada para o período em que existe a coincidência dos Índices de Estado, ou seja, 10/1993 – 10/2017, estando a correspondente comparação temporal representada na Figura 6.

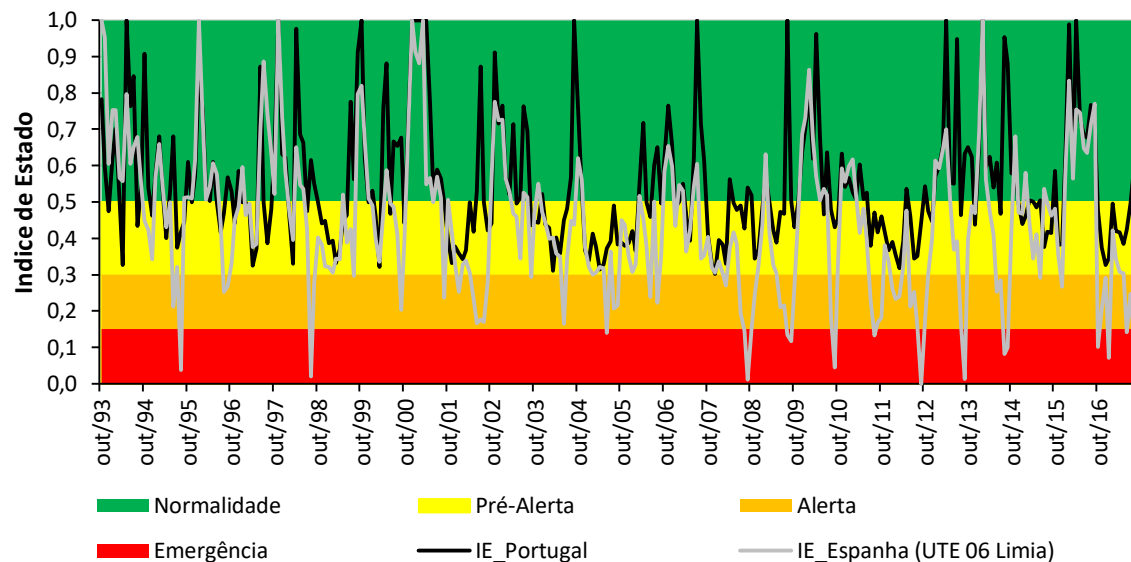


Figura 6: Comparação do Índice de Estado de Escassez, entre 10/1993 - 09/2017, na parte portuguesa e espanhola (UTE 06 Limia) da bacia do rio Lima.

A Tabela 10 permite comparar o número de meses em que ocorreu cada um dos estados de escassez nas duas partes da bacia, portuguesa e espanhola.

Tabela 10: Meses de permanência em cada um dos estado de Escassez. Comparação entre a parte portuguesa e a parte espanhola (UTE 06 Limia) da bacia hidrográfica do rio Lima.

Estado	IE_Lima (parte portuguesa)		IE_UTE 06 Limia	
	Meses	Percentagem	Meses	Percentagem
Normalidade	155	53,8 %	109	37,8%
Pré-Alerta	133	46,2 %	116	40,3%
Alerta	0	0,0 %	45	15,6%
Emergência	0	0,00	18	6,3%

Por observação da Tabela 10 verifica-se que a parte espanhola da bacia, quando comparada com a parte portuguesa, caracteriza-se por uma maior exposição a situações de escassez, ocorrendo aí estados de Alerta ou de Emergência frequentes.

De realçar também que na parte espanhola da bacia, por observação das Figuras 5 e 6, verificou-se o aumento dos fenómenos de escassez, nos anos mais recentes.

4 Indicador de Escassez na parte portuguesa da Bacia Hidrográfica do rio Minho

4.1 Caracterização geográfica da bacia hidrográfica

A parte portuguesa da bacia do rio Minho tem uma área de aproximadamente 815 km², correspondendo a 5% da área total da bacia. Esta área é constituída por 8 municípios: Arcos de Valdevez, Caminha, Melgaço, Monção, Paredes de Coura, Valença, Viana do Castelo e Vila Nova de Cerveira.

Destes 8 municípios, os principais concelhos da bacia do rio Minho são os Caminha (66,91 %), Melgaço (60,29 %), Monção (96,97 %), Paredes de Coura (97,76 %), Valença (100 %) e Vila Nova de Cerveira (99,82 %), uma vez que são concelhos que constituem a bacia hidrográfica, na sua quase totalidade (os valores indicados entre parenteses correspondem à percentagem de área do concelho que se encontra dentro dos limites da bacia hidrográfica).

Por sua vez, os concelhos de Arcos de Valdevez e de Viana do Castelo apenas possuem uma pequena porção do seu território (< 2 %) dentro dos limites da bacia hidrográfica.

No *PEASAES_DHMS* são definidas cinco unidades de análise de escassez (UTE) na parte espanhola da bacia do rio Minho, sendo a unidade menor (UTE05 – Cabe, com 736 km²), em termos de área, da mesma ordem de grandeza da parte portuguesa da bacia, pelo que se admitiu neste trabalho que a parte portuguesa da bacia corresponderia a uma unidade de análise única.

4.2 Seleção das variáveis

A seleção da variável foi realizada tendo em conta os mesmos pressupostos definidos para a bacia do rio Lima, ou seja, considerando as necessidades relativas ao abastecimento público como sendo as mais importantes.

Tal como a parte portuguesa da Bacia Hidrográfica do rio Lima, o abastecimento em alta da região é efetuado na sua quase totalidade pelas AdNorte. Como tal, começou-se por analisar qual a origem de água de cada um dos concelhos da bacia.

Conforme já referido (ponto 3.3.1), os concelhos de Caminha e Vila Nova de Cerveira são atualmente servidos pela captação de S, Jorge, estando a mesma situada na bacia hidrográfica do rio Lima.

Por sua vez, o concelho de Paredes de Coura possui um sistema de abastecimento em “alta” próprio, sendo abastecido pelo conjunto de 3 captações: Codecede, Porreiras e Cavaleiros.

Por fim, os concelhos de Valença, Melgaço e Monção têm como toma de água a captação de Troporiz, localizada no rio Minho, sendo que a esta corresponde o maior volume de água

Indicadores de Escassez na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

captado na bacia. De facto, e sendo que é o ponto de abastecimento de 3 dos principais concelhos da bacia do rio Minho, a captação de Troporiz apresenta um volume anual captado superior ao captado pelo conjunto das 3 captações que abastecem Paredes de Coura, sendo a captação mais relevante na bacia do rio Minho, no que ao abastecimento de água diz respeito. A captação localiza-se no rio Minho (Figura 7), sendo depois a água conduzida para a ETA de Lapela e fornecida aos municípios (fonte: AdNorte, 2018).



Figura 7: Localização da captação de Troporiz, no rio Minho.

Uma vez que a captação de Troporiz se localiza no troço principal do rio Minho, para seleção da variável a usar na definição do indicador de Escassez tiveram-se em consideração as estações hidrométricas ativas presentes no rio Minho, tanto portuguesas (consulta no SNIRH) como espanholas (portal do CHMS), estando as mesmas assinaladas na Figura 8.

Indicadores de Escassez na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima



Figura 8: Estações hidrométricas presentes no rio Minho.

No que se refere às estações portuguesas, a estação de Casais (01H/03H) apresenta apenas registo de níveis hidrométricos, não tendo, contudo, uma curva de vazão associada, o que impossibilita a determinação dos valores de caudal

Por sua vez, a única estação portuguesa no rio Minho com registos de valores de caudal é a estação de Foz do Mouro (EDP) (01G/02H), com registos entre 01/10/1973 – 30/09/2005, apresentando, contudo, falhas de registos em alguns anos. No mesmo local, existe a estação também denominada de Foz do Mouro (01G/03H), sendo que esta entrou em funcionamento em 09/2003 e possui níveis de registo hidrométrico, tendo associada uma curva de vazão, o que torna possível a determinação do caudal diário. Porém, tal como na estação homóloga, existem grandes períodos de falha de dados nos registos. De referir que estas duas estações situam-se a cerca de 15 km a montante da captação de Troporiz.

Face às condicionantes das estações portuguesas, selecionou-se como variável a usar na definição do indicador de Escassez da parte portuguesa do rio Minho o escoamento afluente à estação N015 - Rio Miño en Salvaterra do Miño. Para além de permitir aceder a dados necessários, a estação situa-se a cerca de 5 km a montante da captação de Troporiz, sendo assim a estação hidrométrica que melhor representa o escoamento afluente à captação, e consequentemente, a disponibilidade dos recursos hídricos para colmatar as necessidades hídricas e os requisitos ambientais associados.

Todavia, a estação N015 apenas entrou em funcionamento em outubro de 2008, encontrando-se atualmente em funcionamento. Como tal, houve necessidade de se estimar os valores de caudal afluente a estação entre 10/1980 – 09/2008.

Indicadores de Escassez na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

Para tal, efetuou-se uma correlação entre os valores de caudal afluente à estação N015 e os valores de caudal registos na estação E033 (Frieira) no rio Minho, à saída da barragem de Frieira, para o período de 10/2008 – 09/2017, estando a respetiva boa correlação patente na Figura 9.

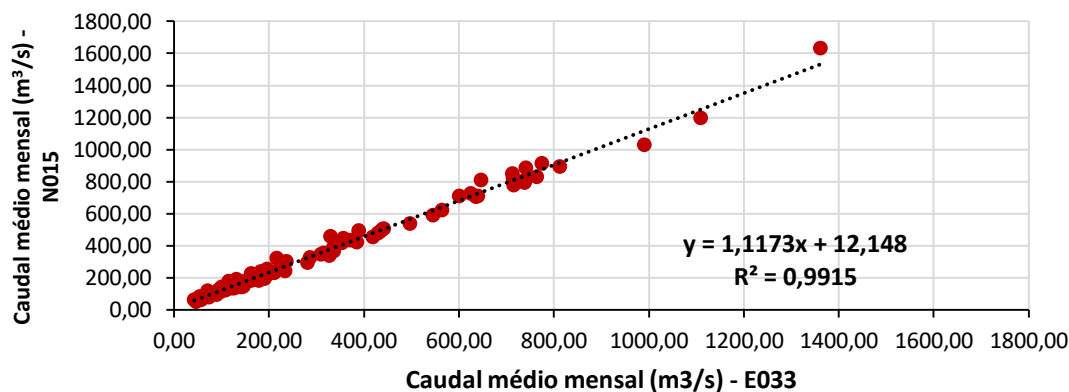


Figura 9: Correlação entre o caudal afluente à estação N015 e o registado na estação E033, para o período de 10/2008 - 09/2017

Com base nessa correlação, estimou-se o caudal afluente à estação N015 entre 10/1980 – 09/2008, estando a evolução temporal do mesmo, em hm³, desde outubro de 1980 a setembro de 2017, apresentada na Figura 10. Na Tabela 11 apresentam-se os correspondentes valores mensais do escoamento registado na estação N015.

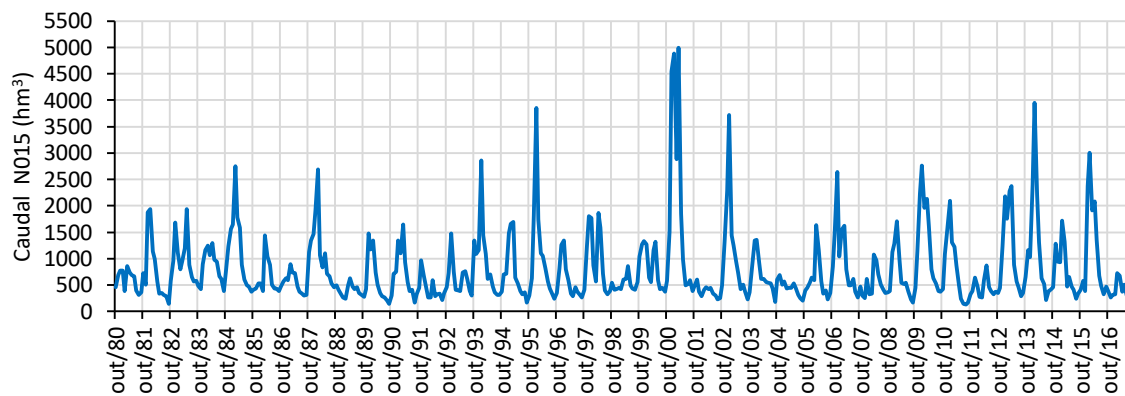


Figura 10: Evolução temporal do caudal afluente à estação hidrométrica espanhola N015, para o período de 10/1980 - 09/2017.

Indicadores de Escassez na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

Tabela 11: Evolução temporal do caudal afluente à estação hidrométrica N015, para o período de 10/1980 - 09/2017.

Ano Hidrológico	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
1980/1981	458,57	683,78	770,67	768,22	388,69	859,64	731,10	684,00	664,94	397,58	313,27	360,52
1981/1982	730,15	505,70	1880,72	1941,58	1141,15	989,98	569,42	331,35	350,68	314,36	290,42	142,40
1982/1983	579,69	956,91	1686,60	1111,38	791,53	955,17	1201,80	1931,31	884,47	654,78	564,38	578,17
1983/1984	483,25	424,59	893,11	1160,26	1245,64	1063,61	1299,43	982,56	937,47	661,54	616,86	388,07
1984/1985	741,32	1237,30	1560,72	1651,38	2746,89	1773,11	1589,18	877,04	607,42	492,43	469,56	369,25
1985/1986	412,09	427,63	526,47	524,67	384,07	1441,63	1037,94	877,37	507,89	428,33	436,68	384,28
1986/1987	470,44	562,90	626,51	592,44	888,13	736,68	721,81	475,45	375,55	330,49	299,17	313,45
1987/1988	1128,18	1344,98	1463,39	1908,96	2689,68	1063,60	829,26	1101,24	709,68	667,40	535,83	462,20
1988/1989	487,74	411,91	320,28	262,62	240,82	493,23	632,31	467,88	426,62	461,32	352,87	311,68
1989/1990	278,50	426,14	1474,76	1178,63	1340,12	733,11	505,64	347,34	293,41	264,71	203,46	147,45
1990/1991	295,69	707,51	748,29	1343,44	1101,43	1645,03	928,14	550,41	380,65	413,66	166,33	318,07
1991/1992	441,79	961,66	681,81	441,05	257,87	266,36	590,88	288,14	326,65	332,66	218,74	342,77
1992/1993	454,66	718,40	1471,41	745,12	413,96	390,90	382,95	733,51	762,35	620,12	390,65	298,87
1993/1994	1343,25	1089,06	1163,23	2862,81	1438,01	1086,69	618,59	698,81	466,00	362,40	315,11	307,97
1994/1995	368,94	704,87	714,55	1475,84	1652,81	1690,21	640,16	529,81	389,34	329,59	363,11	162,16
1995/1996	300,51	632,58	1814,32	3853,36	1743,20	1097,20	1054,10	823,38	571,08	428,97	319,81	240,20
1996/1997	349,39	813,78	1260,22	1338,34	798,04	596,41	331,85	287,69	456,89	377,29	310,85	257,88
1997/1998	407,30	1243,85	1808,30	1762,03	871,98	563,91	1863,37	1582,06	707,83	401,54	321,87	388,51
1998/1999	537,32	408,82	420,47	443,81	422,48	600,55	609,77	861,70	494,04	437,59	406,70	558,65
1999/2000	1039,73	1264,04	1331,48	1275,14	641,84	556,79	1159,29	1314,12	588,06	425,53	442,43	377,17
2000/2001	582,85	1511,04	4539,94	4884,57	2876,78	4994,63	1857,52	975,33	491,97	517,01	592,46	383,39
2001/2002	487,11	601,05	376,60	286,49	405,72	458,68	420,50	439,82	335,61	303,84	222,45	256,78
2002/2003	493,17	1328,88	2292,90	3714,78	1437,87	1246,86	944,15	733,19	426,29	499,89	372,50	222,66
2003/2004	359,64	858,14	1337,05	1359,32	914,92	620,12	615,88	550,87	539,47	527,39	430,66	183,10
2004/2005	602,92	692,62	508,54	562,64	434,79	440,08	445,96	533,94	443,86	317,46	245,96	202,84
2005/2006	392,65	448,78	548,04	644,71	594,17	1637,65	1159,93	565,56	335,60	391,92	224,29	344,93
2006/2007	840,12	1514,91	2645,58	1034,45	1546,95	1621,01	798,80	488,81	492,03	610,60	373,62	265,16
2007/2008	464,45	302,55	248,60	618,87	326,69	335,08	1073,89	967,39	695,13	500,18	408,69	343,10
2008/2009	364,33	379,02	1121,33	1287,55	1710,32	986,35	545,98	512,75	545,26	373,58	225,67	164,52
2009/2010	445,68	1131,23	2224,51	2762,68	1965,13	2129,77	1612,03	792,98	632,47	525,83	388,31	376,56
2010/2011	421,03	1092,06	1582,22	2090,87	1307,77	1215,52	875,03	488,79	244,49	144,86	133,54	166,43
2011/2012	327,20	386,60	637,64	474,36	281,25	268,10	591,23	870,33	459,85	379,77	324,02	373,57
2012/2013	352,44	443,79	1232,03	2174,85	1759,22	2280,06	2374,62	878,54	569,60	456,49	293,08	350,18
2013/2014	653,27	1155,41	1031,30	2399,72	3952,66	2199,50	1303,19	622,85	518,40	211,14	387,49	405,24
2014/2015	458,19	1280,27	947,13	924,90	1716,97	1314,15	474,66	653,06	466,79	403,85	235,20	335,33
2015/2016	406,59	579,22	388,73	2378,48	3003,63	1907,82	2084,47	1359,70	670,18	481,20	326,94	464,46
2016/2017	383,67	257,67	306,05	327,19	729,55	681,21	378,32	506,80	304,71	223,58	211,22	545,78

4.3 Necessidades hídricas e requisitos ambientais associados

4.3.1 Necessidades hídricas

Em termos de necessidades hídricas apenas foram consideradas as necessidades hídricas destinadas ao abastecimento público, uma vez que a jusante da estação não existem captações de água relevantes destinados a outros tipos de consumos, nomeadamente (agricultura, industrial e turismo). Desta forma, as necessidades hídricas consideradas foram as associadas aos concelhos abastecidos pela captação de Troporiz:

- Abastecimento Melgaço
- Abastecimento Monção
- Abastecimento Valença

Tal como para o indicador de Escassez na bacia hidrográfica do rio Lima, de forma a determinar quais as necessidades hídricas mensais a ter em conta na definição do indicador de Escassez efetuou-se uma análise dos volumes captados na captação entre 2013 – 2018, estando os correspondentes valores representados, em termos anuais, na Tabela 12.

Tabela 12: Volumes anuais captados na captação de Troporiz entre 2013 - 2018 (fonte: AdNorte)

Captação de Troporiz	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Volume anual (hm ³)	0,005	0,006	0,011	1,25	2,48	1,10

Entre 2013 e 2015, a captação de Troporiz abastecia apenas pequenos povoados do concelho de Monção, daí o pequeno volume captado.

Porém, em 2015 a captação de Troporiz passou a abastecer outras áreas de diferentes concelhos, nomeadamente: Monção, Melgaço e a parte norte de Caminha, o que explica o aumento do volume captado registado entre 2015 e 2016.

O aumento do volume captado verificado entre 2016 e 2017 deveu-se ao facto da captação de Troporiz ter passado a abastecer também o concelho de Valença.

Entre 2017 e 2018 verificou-se a saída do sistema da parte Norte do concelho de Caminha (abastecida pela captação de S. Jorge), ficando a captação de Troporiz a captar água para abastecimento dos concelhos de Monção, Melgaço e Valença.

Assim, tendo em consideração a estabilização do sistema de abastecimento ligado à captação de Troporiz, adotou-se como necessidades hídricas o volume de água captado no ano de 2018, usado para abastecer os concelhos de Melgaço, Monção e Valença, estando os respetivos valores mensais presentes na Tabela 13.

Indicadores de Escassez na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

Tabela 13: Volume mensal captado no ano de 2018, na captação de Troporiz (fonte: AdNorte)

Volume Captado	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
hm ³	0,09	0,08	0,09	0,08	0,08	0,09	0,07	0,09	0,08	0,09	0,14	0,11

Assim, para a definição do indicador de Escassez, os valores da Tabela 13 foram considerados como os ocorridos em todos os anos de período de análise considerado.

4.3.2 Requisitos ambientais

A captação de Troporiz localiza-se no troço do rio Minho, representado pela Figura 11. Este trata-se de um troço de rio transfronteiriço, à semelhança da totalidade do rio Minho em solo português.



Figura 11: Troço do rio Minho, no qual se encontra inserido a captação de Troporiz.

Pelo facto de se tratar de um rio transfronteiriço, foram consultados os documentos relacionados com a massa de água correspondente, em Portugal e Espanha, no respeitante aos requisitos ambientais (caudal ecológico). Por esse mesmo facto, de ser um troço partilhado, para a mesma massa de água foram definidos regimes de caudais ecológicos (RCE) distintos, consoante a metodologia de cada país.

Em Espanha, a massa de água é denominada de Rio Miño VIII (Código: ES494MAR002260), sendo que de acordo o *Plan Hidrológico del ciclo 2015 – 2021 – Parte española de la Demarcación Hidrográfica del Miño-Sil*, encontra-se definido, para a mesma, o Regime de Caudais Ecológicos (RCE) apresentado na Tabela 14 (CHMS, 2016). De referir que este RCE diz respeito ao caudal ecológico mínimo em regime natural, tendo sido o mesmo definido através do método hidrológico.

Indicadores de Escassez na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

Tabela 14: Caudais ecológicos mínimos em regime natural (m³/s) (método hidrológico) no rio Minho (ES494MAR002260 - Rio Miño VIII)

RCE	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
m ³ /s	68,35	68,35	68,35	105,90	105,90	105,90	77,98	77,98	77,98	49,92	49,92	49,92
hm ³	183,07	117,16	183,07	283,64	256,19	283,64	202,12	208,86	202,12	133,71	133,71	129,39

No território português, a massa de água denomina-se de Rio Minho (HMWB – Jusante B. Frieira), possuindo o código PT01MIN0006I, sendo que de acordo com o Plano de Gestão de Região Hidrográfica (PGRH), encontra-se definido o RCE patente na Tabela 15, estando o mesmo associado à barragem a montante, isto é, Barragem de Frieira. (APA, 2016).

Tabela 15: Regime de caudal ecológico associada à barragem de Frieira no rio Minho (PT01MIN0006I - Rio Minho (HMWB - Jusante B. Frieira))

RCE	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
m ³ /s	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00
hm ³	77,67	75,17	77,67	77,67	70,16	77,67	75,17	77,67	75,17	77,67	77,67	75,17

Por observação das Tabelas 14 e 15 verifica-se que o RCE definido na parte espanhola difere do definido na parte portuguesa. Atenta a disparidade de valores determinou-se o indicador de Escassez na parte português da bacia hidrográfica do rio Minho, tendo em consideração cada um dos RCE:

- Caudal ecológico associado à massa de água ES494MAR002260 – Rio Miño VIII (opção 1)
- Caudal ecológico associado à massa de água PT01MIN0006I – Rio Minho (HMWB – Jusante B. Frieira) (opção 2)

De referir, que para a definição dos respetivos indicadores de Escassez, estes valores foram considerados como os ocorridos em todos os anos de período de análises considerado.

Fazer notar que, para cada uma das opções, o procedimento para definição do indicador de Escassez é o mesmo, uma vez que a variável a usar é a mesma (escoamento afluente à estação N015), sendo que a única diferença reside nos requisitos ambientais.

Assim, de seguida apresenta-se o procedimento e os resultados associados ao indicador de Escassez definido com base no RCE espanhol (opção 1), sendo que no caso do indicador de Escassez definido com base no RCE português, uma vez que o procedimento usado foi igual, apresentar-se-á apenas a evolução temporal do Índice de estado, podendo ser consultado no Anexo A os resultados adjacentes do procedimento usado.

Indicadores de Escassez na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

4.4 Indicador de Escassez (opção 1)

Uma vez que o indicador de Escassez para a parte portuguesa do rio Minho é baseado no escoamento afluente a uma estação hidrométrica, de acordo com o PEASAES_DHMS, os limiares de escassez, para cada um dos meses do ano, são definidos apresentados da seguinte maneira:

- Limiar de Pré-Alerta: Mediana do escoamento afluente à estação hidrométrica, durante o período de referência (10/1980 – 09/2012);
- Limiar de Alerta: Escoamento afluente mínimo à estação hidrométrica para satisfazer as necessidades hídricas e os requisitos ambientais (caudal ecológico);
- Limiar de Emergência: Escoamento afluente mínimo à estação hidrométrica para satisfazer as necessidades hídricas e 50 % dos requisitos ambientais (caudal ecológico).

Considerando o RCE espanhol, definido na Tabela 14, e as necessidades hídricas definidas na 13 definiram-se os limiares de Escassez patentes na Tabela 16.

Tabela 16: Limiares de Escassez na parte portuguesa da bacia Hidrográfica do rio Minho, considerado o RCE espanhol.

Limiar de Escassez	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Pré-Alerta	461,52	706,21	1211,75	1226,91	901,54	970,77	764,96	691,42	492,01	419,60	338,45	315,77
Alerta	183,16	177,25	183,16	288,73	256,28	283,73	202,20	208,95	202,91	133,80	133,85	129,50
Emergência	91,62	88,67	91,63	141,90	128,18	141,91	101,14	104,52	101,15	66,94	67,00	64,80

Atentos os limiares de escassez, acima definidos, procedeu-se ao reescalamento da variável, tendo-se para tal seguido a metodologia presente no ponto 2.1 deste documento, no qual se encontra explícito que o reescalamento das variáveis é realizado, para cada mês, através da atribuição dos seguintes valores:

- 1: Valor máximo do escoamento afluente verificado durante a série de referência (10/1980 – 09/2012);
- 0,5: Limiar de Pré-Alerta;
- 0,3: Limiar de Alerta;
- 0,15: Limiar de Emergência;
- 0: Escoamento afluente mínimo verificado durante a série de referência (10/1980 – 09/2012). Caso este valor seja superior a algum dos limiares de emergência, o valor 0 corresponderá ao limiar de emergência mínimo.

Seguindo o procedimento indicado, resumem-se na Tabela 17 os valores considerados para o reescalamento da variável.

Indicadores de Escassez na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

Tabela 17: Limites mensais para cada um dos cenários de Escassez na parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Minho, considerado o RCE espanhol. Escoamento afluente em hm³

Índice de Estado	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
1,00	1343,25	1514,91	4539,94	4884,57	2876,78	4994,63	1863,37	1931,31	937,47	667,40	616,86	578,17
0,50	461,51	706,19	1211,72	1226,88	901,52	970,76	764,76	691,41	492,00	419,59	338,44	315,76
0,30	183,16	177,25	183,16	288,73	256,28	283,73	202,20	208,95	202,91	133,80	133,85	129,50
0,15	91,62	88,67	91,63	141,90	128,18	141,91	101,14	104,52	101,15	66,94	67,00	64,80
0,00	64,80	64,80	64,08	64,80	64,80	64,80	64,80	64,80	64,80	64,80	64,80	64,80

De referir que o valor 0, do Índice de Estado, corresponde ao valor mínimo dos limiares de Emergência calculados (mês de setembro), uma vez que a afluência mínima ocorrida é superior aos valores do Limiares de Emergência mensal.

De acordo com os valores da Tabela 17 procedeu-se ao rescalonamento da variável, obtendo-se o Indicador de Escassez (Índice de Estado de Escassez) para a parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Minho, considerando como requisito ambiental, o RCE espanhol, sendo o gráfico da evolução mensal do mesmo, para o período de análise considerado (10/1980 – 09/2017), apresentado na Figura 12 e os correspondentes valores mensais apresentados na Tabela 18.

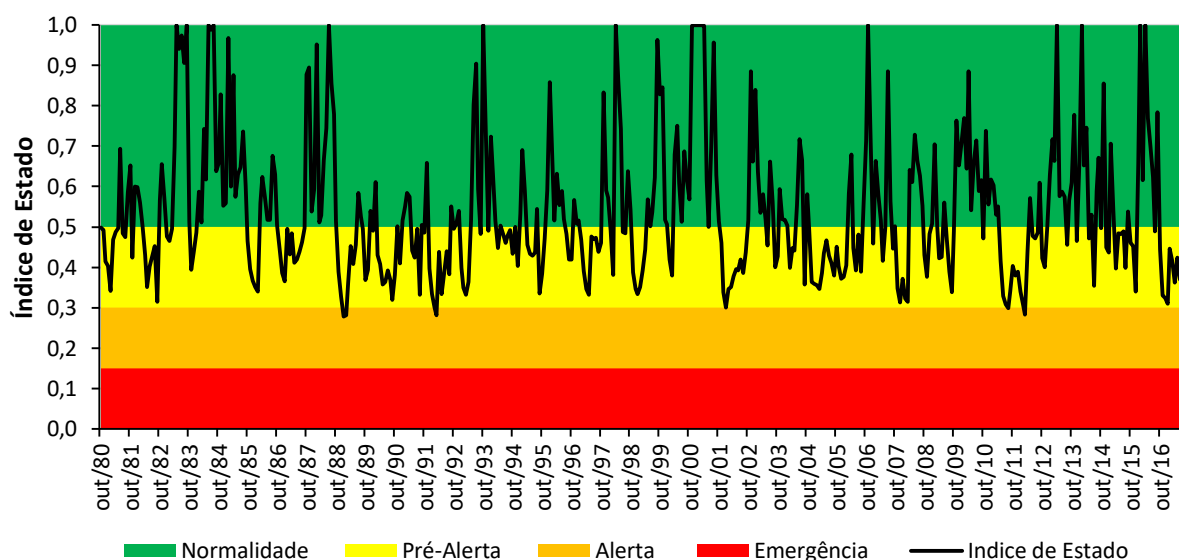


Figura 12: Evolução do índice de Estado de Escassez na parte portuguesa da Bacia Hidrográfica do rio Minho, entre 10/1980 - 09/2017, tendo em consideração o RCE espanhol.

Indicadores de Escassez na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

Tabela 18: Evolução mensal do índice de Estado de Escassez na parte portuguesa da Bacia Hidrográfica do rio Minho, entre 10/180 - 09/2017, tendo em consideração o RCE espanhol.

Ano Hidrológico	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
1980/1981	0,498	0,492	0,414	0,403	0,341	0,468	0,488	0,497	0,694	0,485	0,475	0,585
1981/1982	0,652	0,424	0,601	0,598	0,561	0,502	0,431	0,351	0,402	0,426	0,453	0,314
1982/1983	0,567	0,655	0,571	0,476	0,466	0,495	0,699	1,000	0,941	0,975	0,906	1,000
1983/1984	0,512	0,394	0,438	0,486	0,587	0,512	0,743	0,617	1,000	0,988	1,000	0,638
1984/1985	0,659	0,828	0,552	0,558	0,967	0,600	0,875	0,575	0,630	0,647	0,735	0,602
1985/1986	0,464	0,395	0,367	0,351	0,340	0,559	0,624	0,575	0,518	0,518	0,676	0,631
1986/1987	0,505	0,446	0,386	0,365	0,496	0,432	0,485	0,410	0,420	0,438	0,462	0,498
1987/1988	0,878	0,895	0,538	0,593	0,953	0,512	0,529	0,665	0,744	1,000	0,854	0,779
1988/1989	0,515	0,389	0,327	0,278	0,282	0,361	0,453	0,407	0,455	0,584	0,526	0,496
1989/1990	0,369	0,394	0,540	0,490	0,611	0,431	0,408	0,357	0,363	0,392	0,368	0,319
1990/1991	0,381	0,501	0,410	0,516	0,551	0,584	0,574	0,442	0,423	0,496	0,332	0,504
1991/1992	0,486	0,658	0,397	0,333	0,300	0,282	0,438	0,333	0,386	0,439	0,383	0,551
1992/1993	0,495	0,508	0,539	0,398	0,349	0,331	0,364	0,517	0,803	0,905	0,594	0,482
1993/1994	1,000	0,737	0,491	0,724	0,636	0,514	0,448	0,503	0,482	0,460	0,477	0,492
1994/1995	0,433	0,500	0,403	0,534	0,690	0,589	0,456	0,433	0,429	0,437	0,544	0,335
1995/1996	0,384	0,472	0,591	0,859	0,713	0,516	0,632	0,553	0,589	0,519	0,482	0,419
1996/1997	0,419	0,567	0,507	0,515	0,468	0,391	0,346	0,333	0,476	0,470	0,473	0,438
1997/1998	0,461	0,832	0,590	0,573	0,491	0,382	1,000	0,859	0,742	0,487	0,484	0,639
1998/1999	0,543	0,388	0,346	0,334	0,352	0,392	0,445	0,569	0,502	0,536	0,623	0,963
1999/2000	0,828	0,845	0,518	0,507	0,420	0,379	0,680	0,751	0,608	0,512	0,687	0,617
2000/2001	0,569	0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	0,997	0,614	0,500	0,697	0,956	0,629
2001/2002	0,515	0,460	0,338	0,301	0,346	0,351	0,378	0,396	0,392	0,419	0,387	0,437
2002/2003	0,518	0,885	0,662	0,840	0,636	0,534	0,582	0,517	0,455	0,662	0,561	0,400
2003/2004	0,427	0,594	0,519	0,518	0,503	0,398	0,447	0,442	0,553	0,717	0,666	0,358
2004/2005	0,580	0,495	0,363	0,359	0,355	0,346	0,387	0,435	0,467	0,429	0,410	0,379
2005/2006	0,451	0,403	0,371	0,377	0,405	0,583	0,680	0,448	0,392	0,481	0,388	0,556
2006/2007	0,715	1,000	0,715	0,459	0,663	0,581	0,515	0,416	0,500	0,885	0,563	0,446
2007/2008	0,502	0,347	0,313	0,371	0,322	0,315	0,641	0,611	0,728	0,663	0,626	0,552
2008/2009	0,430	0,376	0,482	0,508	0,705	0,502	0,422	0,426	0,560	0,468	0,390	0,338
2009/2010	0,489	0,763	0,652	0,710	0,769	0,644	0,886	0,541	0,658	0,714	0,590	0,616
2010/2011	0,471	0,739	0,556	0,618	0,603	0,530	0,550	0,416	0,329	0,308	0,299	0,340
2011/2012	0,403	0,379	0,388	0,340	0,308	0,283	0,438	0,572	0,478	0,472	0,486	0,610
2012/2013	0,422	0,401	0,503	0,630	0,717	0,663	1,000	0,575	0,587	0,574	0,456	0,566
2013/2014	0,609	0,778	0,465	0,660	1,000	0,653	0,745	0,472	0,530	0,354	0,588	0,670
2014/2015	0,498	0,855	0,449	0,436	0,706	0,543	0,397	0,484	0,483	0,489	0,399	0,537
2015/2016	0,461	0,452	0,340	0,657	1,000	0,616	1,000	0,769	0,700	0,624	0,489	0,783
2016/2017	0,444	0,330	0,324	0,309	0,447	0,416	0,363	0,423	0,371	0,363	0,376	0,938

Por observação da Figura 12 e da Tabela 18 pode constatar-se que a parte portuguesa da Bacia Hidrográfica do rio Minho, caracteriza-se por apresentar uma baixa exposição a situações de Escassez, uma vez que apenas apresenta casos pontuais (5 meses) em estado de alerta.

Indicadores de Escassez na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

Em termos percentuais, os diferentes estados de Escassez, entre 10/1980 – 09/2017, apresentam a distribuição presente na Tabela 19.

Tabela 19: Meses de permanência em cada um dos estados de Escassez na parte portuguesa da Bacia Hidrográfica do rio Minho, entre 1980/1981 - 2016/2017, considerando o RCE espanhol.

Estado	Meses	Percentagem
Normalidade	223	50,2 %
Pré-Alerta	216	48,7 %
Alerta	5	1,1 %
Emergência	0	0,00

Por análise da Tabela 19, atendendo à distribuição percentual durante a série de análise (10/1980 – 09/2017) 50,2 % dos meses estiveram em situação de Normalidade, 48,7 % em situação de Pré-Alerta e apenas 1,1 % dos meses em situação de Alerta.

4.5 Indicador de Escassez (opção 2)

Tal como já referido, o Indicador de Escassez na parte portuguesa do rio Minho, considerando o RCE português, foi determinado seguindo o mesmo procedimento apresentado no ponto 4.4. Assim, de forma a não repetir o procedimento de cálculo, o mesmo encontra-se presente no Anexo A, estando patente na Figura 13 a evolução do Indicador de Escassez resultante.

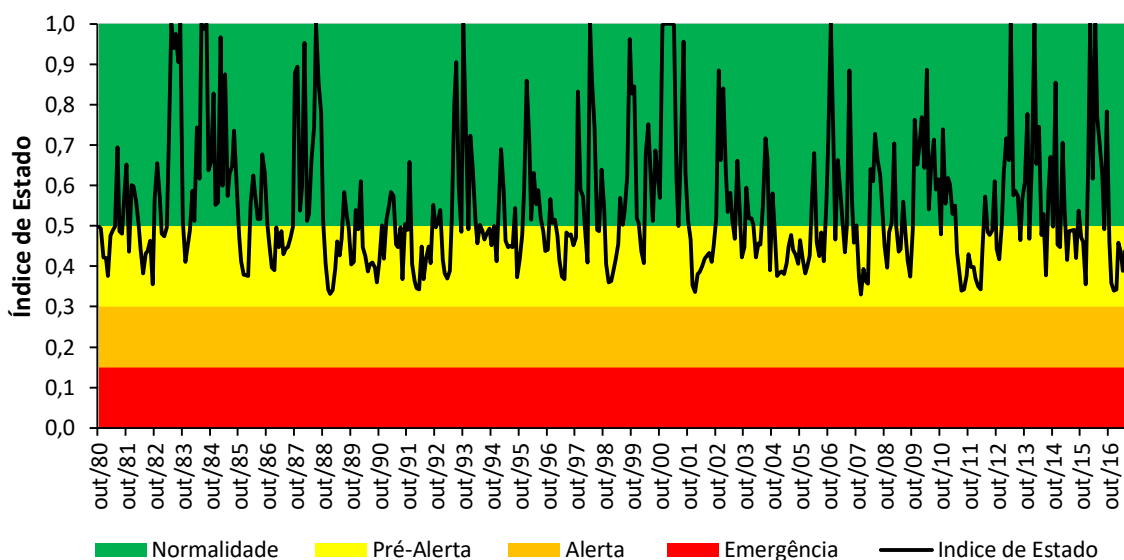


Figura 13: Evolução do Índice de Estado de Escassez na parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Minho, entre 10/1980 - 09/2017, tendo em consideração o RCE português.

Indicadores de Escassez na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

Por análise da Figura 13 verifica-se que, para o período de análise (10/1980 – 09/2017), apenas ocorreram situações de Normalidade e de Pré-Alerta, estando a respetiva distribuição percentual presente no Anexo A (Tabela A.4).

4.6 Comparação dos Indicadores de Escassez na parte portuguesa da bacia do rio Minho

Neste sub-capítulo realiza-se a comparação dos indicadores de escassez na parte portuguesa, obtidos tendo em conta o RCE espanhol (IE_Minho - opção 1) e o RCE português (IE_Minho – opção 2), sendo que na Figura 14 encontra-se presente a comparação da evolução temporal e na Tabela 20 a distribuição mensal dos meses por cada um dos estados.

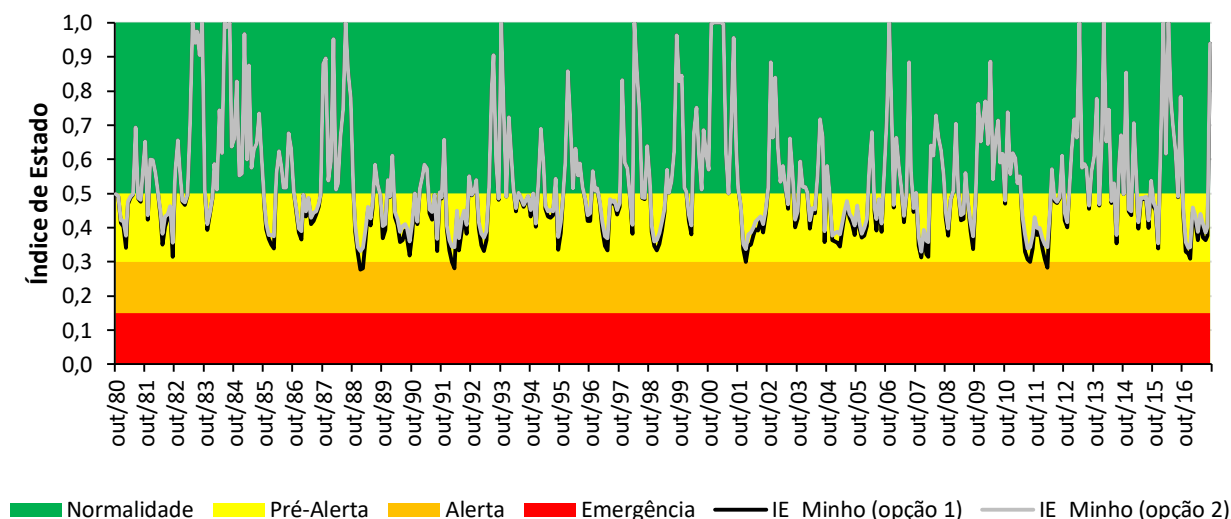


Figura 14: Comparação do Índice de Estado de Escassez na parte portuguesa da bacia do rio Minho, tendo em consideração os diferentes RCE

Tabela 20: Comparação da distribuição mensal de cada um dos estados de Escassez, na parte portuguesa da bacia do rio Minho, tendo em consideração os diferentes RCE

Estado	IE_Minho – opção 1		IE_Minho - opção 2	
	Meses	Percentagem	Meses	Percentagem
Normalidade	223	50,2 %	223	50,2 %
Pré-Alerta	216	48,7 %	221	49,8 %
Alerta	5	1,1 %	0	0,0 %
Emergência	0	0,0 %	0	0,0 %

Através do uso dos dois RCE associados à massa de água, verifica-se que o uso do RCE espanhol resultou num Indicador de Escassez ligeiramente mais grave, quando comparado com o resultante do uso do RCE português, uma vez que o uso do primeiro conduz a 5 meses em estado

Indicadores de Escassez na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

de Alerta, situação que não acontece quando se considera o RCE definido pela parte portuguesa para a massa de água.

Assim, uma vez que o Índice de Estado, tendo em consideração o RCE espanhol, resulta numa situação de Escassez mais desfavorável, utilizou-se o mesmo para comparar a situação de escassez verificada na parte portuguesa da bacia, com a verificada na parte espanhola.

4.7 Comparação do Indicador de Escassez entre a parte portuguesa e espanhol da Bacia Hidrográfica do rio Minho

Uma vez definido o Índice de Estado da Escassez para a parte portuguesa da bacia do rio Minho, efetuou-se a sua comparação com o Índice de Estado verificado na parte espanhola da bacia, ou seja, na UTE 02 Miño-Bajo, estando representado na Figura 15 a respetiva comparação entre os Índices de Estado.

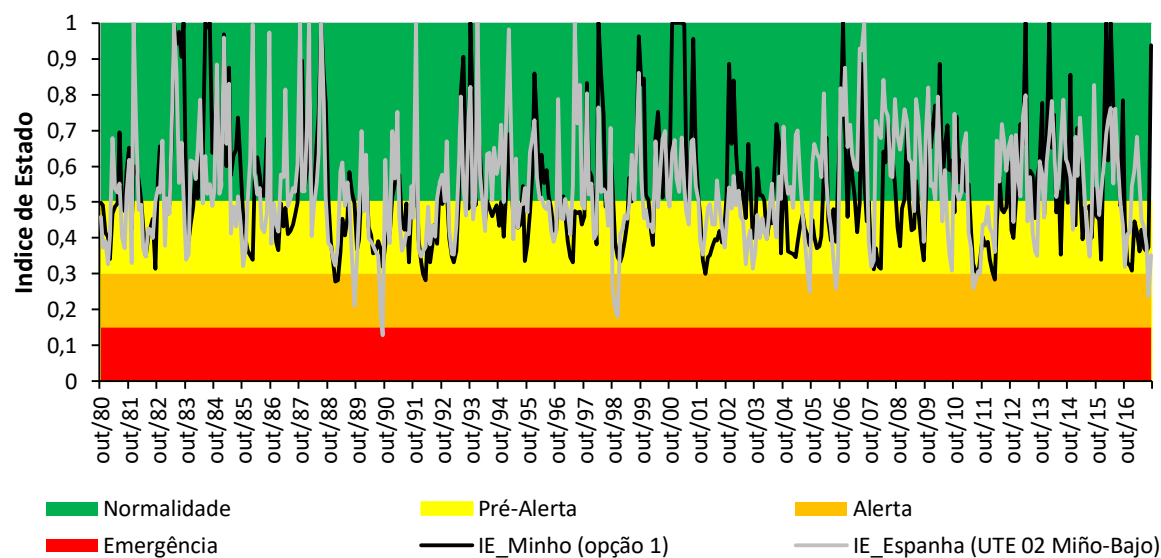


Figura 15: Comparação do índice de Estado de Escassez na parte portuguesa e espanhola (UTE 02 Miño-Bajo) da bacia hidrográfica do rio Minho

Na Tabela 21 encontra-se presente o número de meses em cada um dos estados de escassez para as duas partes da bacia.

Indicadores de Escassez na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

Tabela 21: Meses de permanência em cada um dos estados de escassez - Comparação entre a parte portuguesa e a parte espanhola (UTE 02 Miño-Bajo) da Bacia Hidrográfica do rio Minho.

Estado	IE_Minho (opção 1)		IE_UTE 02 Miño - Bajo	
	Meses	Porcentagem	Meses	Porcentagem
Normalidade	223	50,2 %	248	55,9 %
Pré-Alerta	216	48,7 %	188	42,3 %
Alerta	5	1,1 %	7	1,6 %
Emergência	0	0,00	1	0,2 %

Em termos gerais, as duas partes da bacia Hidrográfica do rio Minho apresentam baixa exposição a situações de escassez, apresentando casos pontuais em estado de Alerta. De referir também que parte espanhola, ao longo da série de análise 10/1980–09/2017, apresenta ainda 1 mês em estado de Emergência.

5 Conclusão

Através da aplicação da metodologia de cálculo dos indicadores de Escassez, presente no *PEASAES_DHMS* (versão em vigor), verificou-se que, em termos gerais, as partes portuguesas das bacias dos rios Lima e Minho são caracterizadas por apresentar uma baixa exposição a situações de Escassez, uma vez que na maioria do período histórico analisado, ambas se encontraram em situação de Normalidade ou de Pré-Alerta.

Na parte portuguesa da bacia do rio Lima a análise e formulação dos indicadores de Escassez apenas foi possível para o período de 10/1993 – 09/2017, uma vez que o aproveitamento hidroelétrico de Touvedo apenas foi construído em 1993. Tratando-se de uma albufeira, em primeira análise, considerou-se o volume armazenado nessa albufeira como a variável a usar na definição do indicador. Porém, quer pelas características da albufeira (pequena capacidade de armazenamento), quer pelo facto de a mesma se encontrar a jusante e relativamente próximo da barragem do Alto Lindoso (aproveitamento hidroelétrico com grande capacidade de exploração), a definição dos limiares de escassez, de acordo com o estabelecido pelo *PEASAES_DHMS* quando a variável a usar é o volume armazenado, não permitiu obter resultados que caracterizassem corretamente a situação de Escassez. Assim, adotou-se como variável as aflúncias à albufeira do Touvedo, no qual se encontram associadas as seguintes necessidades hídricas e requisitos ambientais: abastecimento dos concelhos de Arcos de Valdevez, Ponte da Barca, Ponte de Lima, Viana do Castelo, Caminha e Vila Nova de Cerveira e caudal ecológico.

A evolução do indicador de Escassez mostra que a parte portuguesa da bacia do rio Lima, entre 10/1993 – 09/2017, apresentou baixa exposição a situações de Escassez, uma vez que apenas se verificaram os estados de Normalidade e Pré-Alerta, sendo que o número de meses em cada uma destas situações foi aproximadamente similar.

No que respeita à parte portuguesa da bacia do rio Minho, a variável a usar correspondeu aos caudais afluentes à estação hidrométrica espanhola N015, a que se podem associar as necessidades hídricas respeitantes ao abastecimento dos concelhos de Melgaço, Monção e Valença. Visto que a estação se situa rio Minho e que o mesmo se trata de um rio transfronteiriço partilhado por Espanha e Portugal, e analisado o Plano de Gestão da Região Hidrográfica em vigor para cada um dos dois países relativo ao troço da massa de água correspondente, verificou-se que, cada um dos países, apresenta, diferentes RCE. Como tal, procedeu-se à definição do indicador de escassez tendo em consideração o RCE definido por cada país.

Através da definição do Índice de Estado de Escassez para a parte portuguesa da bacia do rio Minho, verificou-se que o uso do RCE definido em Espanha conduz a uma situação de Escassez ligeiramente mais grave, quando comparado com o Indicador de Escassez definido tendo em consideração o RCE definido em Portugal, uma vez que entre 10/1980 – 09/2017 se verificou a ocorrência de 5 meses em estado de Alerta, situação que não ocorre quando se considera como requisito ambiental o RCE definido para o lado português.

Indicadores de Escassez na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima



Quando comparados os Índices de Estado, verifica-se que, no geral, a parte espanhola é mais exposta a situação de escassez do que a parte portuguesa.

No caso da bacia do rio Lima, a comparação entre os Índice de Estados mostrou que a parte espanhola apresenta alguns problemas de exposição a situações de Escassez, situação visível pelo número considerável de meses em situação de Alerta e Emergência, sendo que nos anos mais recentes, se verificou um aumento do número de fenómenos de escassez ocorridos. Esta situação contrasta com o verificado na parte portuguesa, uma vez que apenas se verificaram estados de Normalidade e Pré-Alerta, mostrando que a parte portuguesa é pouco exposta a estas situações.

Por sua vez, nas duas partes comparadas da bacia do rio Minho verificou-se pouca exposição a situações de Escassez um mês em estado de Emergência na parte espanhola. De referir que na parte portuguesa da bacia do rio Minho, se considerou o indicador de Escassez obtido com base no RCE espanhol.

No que respeita ao uso da metodologia de cálculo presente no *PEASAES_DHMS*, conclui-se que através do uso de uma metodologia comum, é possível a comparação da situação de Escassez entre as duas partes da bacia, possibilitando assim efetuar uma gestão integrada e mais eficiente, dos recursos hídricos disponíveis.

6 Bibliografía

APA. Agência Portuguesa do Ambiente (2016). Parte 2 - Caracterização e Diagnóstico [Anexos]. Em Plano de Gestão de Região Hidrográfica do Minho e Lima (RH1) - 2016/2021.

CHMS. Confederación Hidrográfica del Miño-Sil (2016). Descripción General de la Demarcación (Anexo 3: Fichas de las Masas de Agua). Em Plan hidrológico del ciclo 2015 - 2021 de la Parte española de la Demarcación Hidrográfica del Miño-Sil.

CHMS. Confederación Hidrográfica del Miño-Sil. (2018). Plan Especial de Actuación en Situaciones de Alerta y Eventual Sequía - Parte española de la Demarcación Hidrográfica del Miño- Sil .

RISC_ML. (2019). RISC_ML - Prevención de Riesgos de Inundaciones y Sequías en la Cuenca Internacional del Miño-Limia. Obtido de <http://risc-ml.eu/>

SNIRH. Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (2019). Características das Albufeiras - Touvedo. Obtido de Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos : <https://snirh.apambiente.pt/index.php?idMain=1&idItem=7&albufcode=88>

Indicadores de Escassez na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima



Anexos

Anexo A – Definição do indicador de Escassez na parte portuguesa da bacia do rio Minho, considerado o RCE definido em Portugal (opção 2).

Indicadores de Escassez na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

Anexo A - Indicador de Escassez na parte portuguesa da bacia do rio Minho, considerado o RCE definido em Portugal (opção 2).

Neste anexo procede-se ao cálculo do Indicador de Escassez para a parte portuguesa do rio Minho, considerando o RCE definido em Portugal.

O procedimento de cálculo usado foi o que se encontra definido no ponto 4.4 deste documento. Assim, seguindo o mesmo procedimento, definiram-se, para cada mês, os limiares de Escassez (Tabela A.1), considerando as necessidades hídricas definidas na Tabela 13 e os requisitos ambientais presentes na Tabela 15.

Tabela A.1: Limiares de Escassez na parte portuguesa da bacia Hidrográfica do rio Minho, considerando o RCE português

Limiar de Escassez	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Pré-Alerta	461,52	706,21	1211,75	1226,91	901,54	970,77	764,96	691,42	492,01	419,60	338,45	315,77
Alerta	77,76	75,25	77,77	77,76	70,24	77,76	75,24	77,76	75,25	77,76	77,82	75,27
Emergência	38,92	37,67	38,93	38,92	35,16	38,92	37,66	38,92	37,67	38,93	38,98	37,69

Definidos os limiares de escassez procedeu-se ao reescalonamento da variável, para cada mês, através da atribuição dos seguintes valores:

- 1: Valor máximo do escoamento afluente verificado durante a série de referência (10/1980 – 09/2012);
- 0,5: Limiar de Pré-Alerta;
- 0,3: Limiar de Alerta;
- 0,15: Limiar de Emergência;
- 0: Escoamento afluente mínimo verificado durante a série de referência (10/1980 – 09/2012). Caso esta valor seja superior a algum dos limiares de emergência, o valor 0 corresponderá ao limiar de emergência mínimo.

Seguindo o procedimento indicado, apresentam-se na Tabela A.2 os valores considerados para o reescalonamento da variável.

Indicadores de Escassez na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

Tabela A. 2: Limites mensais para cada um dos cenários de Escassez na parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Minho, considerando o RCE português. Escoamento afluente (hm^3)

Índice de Estado	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
1,00	1343,25	1514,91	4539,94	4884,57	2876,78	4994,63	1863,37	1931,31	937,47	667,40	616,86	578,17
0,50	461,52	706,21	1211,75	1226,91	901,54	970,77	764,96	691,42	492,01	419,60	338,45	315,77
0,30	77,76	75,24	77,77	77,76	70,24	77,76	75,24	77,76	75,25	77,76	77,82	75,27
0,15	38,92	37,67	38,93	38,92	35,16	38,92	37,66	38,92	37,67	38,93	38,98	37,69
0,00	35,16	35,16	35,16	35,16	35,16	35,16	35,16	35,16	35,16	35,16	35,16	35,16

De referir que o valor 0 do Índice de Estado corresponde ao valor mínimo dos limiares de Emergência calculados (mês de fevereiro), uma vez que, para cada um dos meses, a afluência mínima é superior ao limiar de Emergência calculado.

Uma vez obtidos os limites mensais para cada um dos cenários de escassez, procedeu-se ao reescalonamento da variável, obtendo-se assim o Indicador de Escassez, tendo este como requisito ambiental o RCE português. Desta forma, na Tabela A.3 encontram-se presentes os valores mensais do Índice de Estado ao longo do período de análise.

Indicadores de Escassez na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

Tabela A. 3: Evolução mensal do Índice de Estado de Escassez na parte portuguesa da Bacia Hidrográfica do rio Minho, entre 10/1980 - 09/2017, tendo em consideração o RCE português.

Ano Hidrológico	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
1980/1981	0,498	0,493	0,422	0,420	0,377	0,475	0,490	0,498	0,694	0,487	0,481	0,585
1981/1982	0,652	0,436	0,601	0,598	0,561	0,502	0,443	0,383	0,432	0,438	0,463	0,356
1982/1983	0,567	0,655	0,571	0,480	0,474	0,497	0,699	1,000	0,941	0,975	0,906	1,000
1983/1984	0,512	0,411	0,444	0,488	0,587	0,512	0,743	0,617	1,000	0,988	1,000	0,638
1984/1985	0,659	0,828	0,552	0,558	0,967	0,600	0,875	0,575	0,630	0,647	0,735	0,602
1985/1986	0,474	0,412	0,379	0,378	0,376	0,559	0,624	0,575	0,518	0,518	0,676	0,631
1986/1987	0,505	0,455	0,397	0,390	0,497	0,448	0,487	0,430	0,444	0,448	0,470	0,498
1987/1988	0,878	0,895	0,538	0,593	0,953	0,512	0,529	0,665	0,744	1,000	0,854	0,779
1988/1989	0,515	0,407	0,343	0,332	0,341	0,393	0,462	0,427	0,469	0,584	0,526	0,497
1989/1990	0,405	0,411	0,540	0,492	0,611	0,447	0,425	0,388	0,405	0,409	0,396	0,360
1990/1991	0,414	0,501	0,418	0,516	0,551	0,584	0,574	0,454	0,447	0,497	0,368	0,504
1991/1992	0,490	0,658	0,407	0,363	0,345	0,342	0,450	0,369	0,421	0,449	0,408	0,551
1992/1993	0,496	0,508	0,539	0,416	0,383	0,370	0,389	0,517	0,803	0,905	0,594	0,486
1993/1994	1,000	0,737	0,491	0,724	0,636	0,514	0,458	0,503	0,488	0,467	0,482	0,494
1994/1995	0,452	0,500	0,412	0,534	0,690	0,589	0,464	0,447	0,451	0,447	0,544	0,372
1995/1996	0,416	0,477	0,591	0,859	0,713	0,516	0,632	0,553	0,589	0,519	0,486	0,437
1996/1997	0,442	0,567	0,507	0,515	0,475	0,416	0,374	0,368	0,483	0,475	0,479	0,452
1997/1998	0,472	0,832	0,590	0,573	0,493	0,409	1,000	0,859	0,742	0,489	0,487	0,639
1998/1999	0,543	0,406	0,360	0,364	0,385	0,417	0,455	0,569	0,502	0,536	0,623	0,963
1999/2000	0,828	0,845	0,518	0,507	0,438	0,407	0,680	0,751	0,608	0,512	0,687	0,617
2000/2001	0,569	0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	0,997	0,614	0,500	0,697	0,956	0,629
2001/2002	0,515	0,467	0,353	0,336	0,381	0,385	0,400	0,418	0,425	0,432	0,411	0,451
2002/2003	0,518	0,885	0,662	0,840	0,636	0,534	0,582	0,517	0,468	0,662	0,561	0,423
2003/2004	0,447	0,594	0,519	0,518	0,503	0,421	0,457	0,454	0,553	0,717	0,666	0,390
2004/2005	0,580	0,496	0,376	0,384	0,388	0,381	0,408	0,449	0,477	0,440	0,429	0,406
2005/2006	0,464	0,418	0,383	0,399	0,426	0,583	0,680	0,459	0,425	0,484	0,412	0,556
2006/2007	0,715	1,000	0,715	0,467	0,663	0,581	0,515	0,434	0,500	0,885	0,563	0,458
2007/2008	0,502	0,372	0,330	0,394	0,362	0,358	0,641	0,611	0,728	0,663	0,626	0,552
2008/2009	0,449	0,396	0,484	0,508	0,705	0,502	0,437	0,442	0,560	0,473	0,413	0,374
2009/2010	0,492	0,763	0,652	0,710	0,769	0,644	0,886	0,541	0,658	0,714	0,590	0,616
2010/2011	0,479	0,739	0,556	0,618	0,603	0,530	0,550	0,434	0,381	0,339	0,343	0,376
2011/2012	0,430	0,399	0,399	0,369	0,351	0,343	0,450	0,572	0,485	0,477	0,489	0,610
2012/2013	0,443	0,417	0,503	0,630	0,717	0,663	1,000	0,575	0,587	0,574	0,465	0,566
2013/2014	0,609	0,778	0,468	0,660	1,000	0,653	0,745	0,478	0,530	0,378	0,588	0,670
2014/2015	0,498	0,855	0,453	0,447	0,706	0,543	0,416	0,488	0,488	0,491	0,421	0,537
2015/2016	0,471	0,460	0,355	0,657	1,000	0,616	1,000	0,769	0,700	0,624	0,491	0,783
2016/2017	0,459	0,358	0,340	0,343	0,459	0,435	0,388	0,440	0,410	0,385	0,402	0,938

Em termos percentuais, os diferentes estados de Escassez, entre 10/1980 – 09/2017, apresentam a distribuição presente na Tabela A.4.

Indicadores de Escassez na parte portuguesa das bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima

Tabela A. 4: Meses de permanência em cada um dos estados de Escassez na parte portuguesa da Bacia Hidrográfica do rio Minho, entre 1980/1981 - 2016/2017, considerando o RCE português.

Estado	Meses	Percentagem
Normalidade	223	50,2 %
Pré-Alerta	221	49,8 %
Alerta	0	0,00 %
Emergência	0	0,00 %



www.risc-ml.eu

