



**II Workshop**  
**Clima e Recursos**  
**Naturais 2010**

nos Países de Língua Portuguesa  
15 a 19 Novembro • Bragança • Portugal

LIVRO DE ACTAS

**II Workshop**  
**Clima e Recursos**  
**Naturais 2010**

nos Países de Língua Portuguesa  
15 a 19 Novembro . Bragança . Portugal

**Título:** II Workshop Clima e Recursos Naturais – Bragança, Portugal - 15 a 19 de  
Novembro 2010 – Livro de Actas  
**Editores:** Tomás de Figueiredo, Luís Frölen Ribeiro, António Castro Ribeiro  
**Edição:** Instituto Politécnico de Bragança  
**Impresdsão:** Serviços de Imagem do IPB

**ISBN:** 978-972-745-114-2

Tomás de Figueiredo, Luís Frölen Ribeiro, António Castro Ribeiro (editores)

**II Workshop**  
**Clima e Recursos**  
**Naturais 2010**

nos Países de Língua Portuguesa  
15 a 19 Novembro . Bragança . Portugal

LIVRO DE ACTAS



Novembro de 2010

# Tendências de variação dos escoamentos fluviais nas zonas de montanha do Norte de Portugal: abordagem exploratória

Tomás de Figueiredo<sup>a</sup>; Isabel Ribeiro<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Centro de Investigação de Montanha – CIMO, Instituto Politécnico de Bragança (ESAB/IPB), Apartado 1172, 5301-855 Bragança, Portugal, Email: tomasfig@ipb.pt

<sup>b</sup>Lic. Engenharia do Ambiente, ESAB/IPB, Bolseira de Iniciação à Investigação (BII) da Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT), no CIMO, Portugal: isabelfpr11@gmail.com

## Resumo

As zonas de montanha, nas cabeceiras das bacias hidrográficas principais, têm um papel essencial no ciclo da água, concretamente na importância relativa das suas componentes do ramo terrestre, determinante da distribuição, disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos do conjunto de cada bacia, com destaque para os escoamentos fluviais. Variações sensíveis dos escoamentos fluviais nestas zonas, para além de indicadores de eventuais efeitos directos de alterações na cobertura vegetal e edáfica das bacias, permitem alertar, mais ou menos precocemente, para a necessidade de desencadear acções mitigadoras ou adaptativas nos padrões de uso e gestão da água na totalidade da bacia. Este trabalho, com carácter de exercício exploratório, pretende contribuir para identificar tendências de variação espacial e evolução temporal, nos escoamentos fluviais nas zonas de montanha do Norte de Portugal. Os dados de base utilizados no trabalho, foram os livremente disponibilizados on-line pelo Instituto da Água de Portugal (INAG). Seleccionaram-se as estações hidrométricas com cota superior a 400m, em número de 67. Deste conjunto, trataram-se os dados das 11 estações com séries mais longas de registo (mais de 20 anos), distribuídas pelas bacias principais do Norte de Portugal, com altitudes até 900m. Os parâmetros tratados foram os caudais médios diários e os escoamentos mensais e anuais. Para a avaliação das tendências em estudo aplicou-se análise de regressão linear. As séries temporais de escoamentos fluviais mostram tendências de variação diferenciada por parâmetro e por bacia hidrográfica. O padrão correntemente mencionado de declínio nos escoamentos fluviais não é consistentemente verificado nas várias escalas temporais. Em contrapartida, a análise dos caudais médios diários e dos escoamentos mensais permitiu verificar em todas as estações tendência para acentuação dos extremos, situação mais evidente nas estações da bacia do Douro. O trabalho torna evidentes as debilidades da abordagem estritamente estatística ao problema, útil todavia numa fase exploratória.

## Abstract

Mountain areas, the headwaters of larger watersheds, play a major role in the water cycle, namely on the relative importance of its terrestrial components, determining the distribution, availability and quality of water resources in the entire catchment, most evident in the case of river flow. Sensible changes in river flow in mountain areas, indicating eventual changes in catchment soil and vegetation cover, also allow more or less early warnings for triggering mitigation and adaptation actions in water use patterns at large catchment scale. The paper aims at presenting the results of an exploratory exercise, carried out to identify main spatial and temporal trends in river flow data series in mountain areas, N Portugal. Base data was freely provided on-line by Instituto da Água de Portugal (INAG). Gage stations of the National Network managed by INAG, located above 400m elevation were selected for this study. The data series treated correspond to the 11 out of 67 stations selected, with more than 20 years records, distributed in the main watersheds of Northern Portugal, in a range of elevations up to 900m. Parameters treated were mean daily flow discharge, monthly and annual runoff. Linear regression was applied for trend analysis. River flow data series show different

temporal trends according to parameter and watershed. Currently referenced river flow decline was not consistently observed at the temporal scales analyzed. On the contrary, results confirm, for mean daily discharge and seasonal runoff, the commonly referenced increase in data scatter, and this is more evident in Douro basin than in the remainder. Although useful in an exploratory phase, as it was the case, the study highlights the short-range of strictly statistical approaches to the problem of trend assessment in river flow data analysis.

## 1. Introdução

As zonas de montanha, nas cabeceiras das bacias hidrográficas principais, têm um papel essencial no ciclo hidrológico, concretamente na importância relativa das suas componentes do ramo terrestre, determinante da distribuição da água no conjunto de cada bacia, com destaque para os escoamentos fluviais. De facto, as zonas de montanha contribuem de modo decisivo para os recursos hídricos das bacias que alimentam, seja do ponto de vista de produtividade dessas bacias, seja do da qualidade da água, seja ainda do do controlo de fenómenos hidrológicos extremos, os quais naturalmente também interferem com os dois aspectos anteriores (vejam-se como exemplo o trabalho de (Espinha-Marques et al., 2010 e os contributos para IPB/ICN, 2007, e Castro et al., 2010).

Variações sensíveis dos escoamentos fluviais nestas zonas, são em regra indicadoras de eventuais efeitos directos de alterações na cobertura vegetal e edáfica das bacias. Pela sua localização, tais alterações têm pois consequência para o funcionamento hidrológico de toda a bacia, e se devidamente consideradas, permitem alertar, mais ou menos precocemente, para a necessidade de desencadear acções mitigadoras ou adaptativas nos padrões de uso e gestão da água na bacia (exemplos em van Noordwijk et al., 1998).

A avaliação de tendências temporais de variação em séries hidrológicas não é um problema novo, embora tenha ganho importância acrescida em tempos mais recentes no contexto determinado pela questão das alterações climáticas (Chow, 1964; IPCC, 2001). É, de resto, a forma mais directamente perceptível que a questão pode assumir, acarretando porém e reconhecidamente todas as consequências da redução à expressão mais simples de uma questão de grande complexidade. Assinala-se que o trabalho, aqui apresentado, embora não inteiramente alheia a ela, não se situa, no que respeita a resultados e sua interpretação, nessa problemática, sendo antes justificado no quadro da especial sensibilidade e importância das zonas de montanha e o seu contributo para a gestão dos recursos hídricos ao nível da bacia.

Este trabalho, com carácter de exercício exploratório, pretende contribuir para identificar tendências de variação espacial e evolução temporal, nos escoamentos fluviais nas zonas de montanha do Norte de Portugal.

## 2. Material e Métodos

O trabalho assentou em exclusivo nos dados livremente disponibilizados on-line pelo Instituto da Água de Portugal (INAG), através do Serviço Nacional de Informação em Recursos Hídricos (SNIRH). A colheita da informação é diferenciável a Outubro de 2009.

O estudo comportou uma fase inicial de selecção de estações hidrométricas da rede nacional baseada sucessivamente em dois critérios: localização e volume e qualidade da informação disponível.

Em primeiro lugar, seleccionaram-se as estações com cota superior a 400m, em número de 67. Considerou-se que abaixo deste limiar altimétrico se localizam boa parte das estações a cuja secção correspondem ou bacias de baixa altitude média ou grandes bacias, nas quais será menos expressivo o contributo das zonas de montanha das suas cabeceiras (ver por exemplo (Pereira, 2010). Como nota, assinala-se que a informação altimétrica das estações

não está disponível em todos os casos, pelo que tal informação se veio a obter, por aproximação, localizando-as em carta topográfica.

Do conjunto seleccionado, trataram-se os dados das 11 estações com séries de registo mais longas (mais de 20 anos). Na verdade, o tratamento concentrou-se apenas nesse pequeno grupo de estações, não apenas por razões de extensão mas também de continuidade das séries, no que se refere aos parâmetros de interesse para esta abordagem. As estações distribuem-se pelas bacias hidrográficas principais do Norte de Portugal, cobrindo uma gama de altitudes até aos 900m (Quadro 1).

Os parâmetros tratados foram os caudais médios diários e os escoamentos mensais e anuais, nas estações com a respectiva extensão dos registos superior a 20 anos. Os parâmetros cobrem várias escalas de integração temporal dos escoamentos fluviais, na hipótese de que possam afectar, designadamente, a expressão da tendência temporal da série. Com os valores dos caudais médios diários construíram-se as correspondentes curvas médias de duração desses caudais (Lencastre & Franco, 1984). Procedimentos correntes de estatística descritiva, paramétrica ou não, foram aplicados a todas as séries de valores tratadas (Dagnelie, s/d).

Para a avaliação das tendências em estudo aplicou-se análise de regressão linear. Esta é a mais elementar das abordagens, que se entendeu consentânea com o carácter do trabalho (Clarke, 1994). De facto, a pretensão deste não requer maior refinamento metodológico, no quadro das abordagens de natureza estritamente estatística. Acarreta naturalmente todas as consequências de uma tal simplificação do problema.

Quadro 1. Características das estações hidrométricas de montanha seleccionadas

<b>Estação Hidrométrica</b>	<b>Bacia Hidrográfica</b>	<b>Nº anos da série</b> Diária/Mensal/Anual	<b>Altitude</b> (m)	<b>Área</b> (km <sup>2</sup> )
Ameijoeira	Lima	16/22/14	708	57
Alto Cávado	Cávado	38/14/37	895	99
Cabreira derivação	Cávado	25/25/25	833	14
Manteigas	Tejo	36/50/50	876	281
Pai Diz	Mondego	23/15/23	883	48
Videmonte	Mondego	22/10/21	744	121
Castelo Bom	Douro	47/24/47/	826	944
Gimonde	Douro	38/24/38	504	406
Moinho Ponte Nova	Douro	39/15/39	439	440
Ponte Pinelo	Douro	37/37/37	464	544
Vinhais Quinta Ranca	Douro	41/35/42	416	479

### 3. Resultados e discussão

#### 3.1 Caudais médios diários

O traçado das curvas médias de duração dos caudais médios diários para cada estação hidrométrica permitiu a identificação dos caudais característicos, de entre os quais se destacaram o caudal característico máximo (QCM, igualado ou ultrapassado em 10 dias do ano) e o caudal característico mínimo ou de estiagem (Qce, igualado ou ultrapassado em 355 dias no ano). A estes caudais é associável um percentil na série de valores diários registados em cada ano (Figura 1). A tendência de variação reflectida na série temporal destes percentis avalia essa mesma tendência em dois casos exemplares de condições referenciais para algumas actividades dependentes dos escoamentos fluviais (Mays, 2001). Condições mais extremadas são representadas pelo valor do caudal correspondente aos percentis 5% e 95%, cuja tendência também se avaliou. A variação temporal da mediana

dos caudais médios diários em cada ano revela essa tendência no valor central das séries. Os resultados são mostrados no Quadro 2.

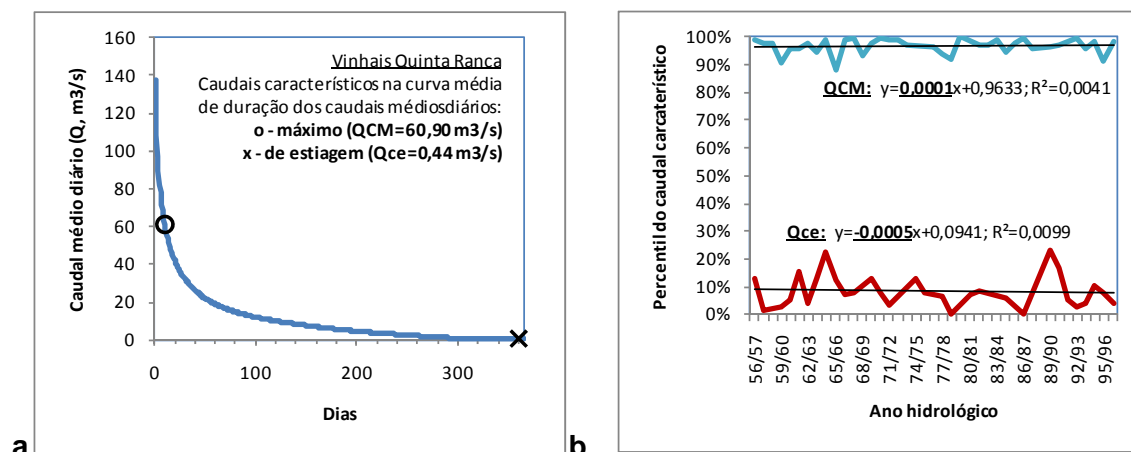


Figura 1. Tendências temporais do percentil dos caudais característicos máximo e de estiagem (b), obtidos na curva média de duração dos caudais médios diários (a): exemplo de Vinhais Quinta Ranca

As tendências temporais têm pendor negativo dominante apenas no caso da mediana, sendo nos extremos positiva embora próxima de nula. Os valores absolutos estimados correspondem a variações inferiores ao 1 L/s.ano, com exceção do percentil 95%, o qual se situa nas 3 dezenas de L/s.ano. A tendência é globalmente positiva para as estações do NW de Portugal, uma das áreas mais pluviosas da Europa, sendo positiva mas quase nula nas da Serra da Estrela. Nas estações da bacia do Douro, globalmente, a tendência é negativa.

A correlação com o número de anos de registo parece indicar uma acentuação da tendência temporal negativa com o aumento da série, todavia mais expressiva no caso dos percentis 95% e 5%. Ainda que só com alguma saliência no caso do percentil 95%, a correlação da tendência temporal com a área da bacia é negativa, apontando para um declínio mais acentuado dos caudais nas bacias maiores. A tendência cresce em regra com a altitude da estação, o que parece mostrar que as tendências temporais negativas no escoamento, correntemente assinaladas (por exemplo Nunes, 2008), tipificam os ambientes de mais baixa altitude, não sendo forçosamente verificados nas zonas de montanha. É exceção o caso do percentil associado ao caudal característico máximo, que apresenta correlação negativa com a altitude das estações. Os coeficientes de correlação são todavia globalmente baixos e não significativos.

### 3.2 Escoamentos sazonais

Os valores dos escoamentos mensais, convertidos em altura equivalente, foram agregados nos trimestres que mais se aproximam da respectiva estação do ano. As tendências temporais avaliadas correspondem aos valores absolutos desses escoamentos trimestrais que, com as do valor anual, se apresentam no Quadro 3.

No Outono (Outubro a Dezembro) apurou-se apenas um caso de tendência temporal negativa, de resto quase nula (Gimonde). Pelo contrário, o número de estações hidrométricas com tendência negativa é dominante nas restantes estações do ano, com apenas um caso positivo no Verão (Cabreira). Globalmente, todavia, os valores absolutos da tendência são baixos em todas as estações do ano, excepto no Inverno (<0,3mm/ano naquelas, contra 4,4 nesta).

As estações localizadas no Noroeste de Portugal, no seu conjunto, apresentam tendência temporal negativa nos escoamentos estacionais no Verão, ao passo que, nas restantes

zonas geográficas (Serra da Estrela e Bacia do Douro) a tendência é apenas positiva no Outono.

A correlação das tendências temporais com características das estações e séries tratadas repete os padrões genéricos apresentados para os caudais médios diários. O Verão é excepção já que, nesse caso, as correlações da tendência temporal com a extensão da série e a área da bacia são positivas.

Quadro 2. Tendências temporais, avaliadas por regressão linear, das séries de caudais médios diários característicos máximo (QCM) e de estiagem (Qce), e correspondentes aos percentis 5%, 50% e 95%, nas estações hidrométricas de montanha seleccionadas (tendências negativas destacadas; \* – significativo,  $p < 0,05$ )

Estação Hidrométrica	Caudais				
	Q5%	Qce	Q50%	QCM	Q95%
<b>Nome</b>	<i>Declive da recta de tendência temporal (b - L/s.ano)</i>				
Alto Cávado	0,6	-0,2	8,0	-0,4	23,2
Cabreira derivação	-	-	8,7	-0,1	70,7
Manteigas	-4,1	3,4	-17,1	0,0	-66,7
Pai Diz	0,4	-0,4	-0,4	-1,0	59,8
Videmonte	3,5	0,8	-11,9	2,0	177,0
Castelo Bom	0,1	0,8	-17,5	-0,3	-212,5
Gimonde	-2,7	2,1	27,2	0,0	46,6
Moinho Ponte Nova	0,7	-6,9	-36,6	1,5	-279,6
Ponte Pinelo	-4,0	3,5	-4,6	-0,9	160,9
Vinhais Quinta Ranca	-1,2	-0,5	-5,0	0,1	-226,7
	<i>Mediana de b</i>				
<b>Todas as estações</b>	0,1	0,8	-4,8	-0,03	34,9
<b>Localização</b>	<i>Mediana de b</i>				
Noroeste	0,6	-0,2	8,35	-0,25	46,95
Serra da Estrela	0,4	0,8	-11,9	0,04	59,8
Bacia do Douro	-1,2	0,8	-5,0	0,04	-212,5
<b>Características</b>	<i>Coefficiente da correlação b vs. características da estação</i>				
Nº anos da série	-0,42	-0,06	-0,19	-0,17	-0,68*
Altitude da estação	0,26	0,25	0,11	-0,25	0,27
Área da bacia	-0,12	-0,07	-0,25	-0,08	-0,50

### 3.3 Escoamentos anuais e comentário integrador dos resultados

No que respeita aos valores anuais de escoamento, na maioria das estações apuraram-se tendências temporais positivas, sendo a correspondente mediana de 2mm/ano. Apenas na Bacia do Douro a tendência foi globalmente negativa. A tendência temporal dos escoamentos anuais para o conjunto das estações mostra extremos de -10 e 35mm/ano, embora a maioria dos valores absolutos se situe abaixo dos 5mm/ano. Como nos parâmetros já abordados, ainda aqui a correlação da tendência temporal é negativa com a extensão da série e com a área da bacia, e é positiva com a altitude da estação hidrométrica.

No Quadro 4 mostram-se os resultados do exercício de apuramento das tendências temporais dos escoamentos anuais em períodos seleccionados com três critérios, em qualquer caso identificando a maior extensão da série em período comum: (i) assegurando um mínimo de estações comparáveis (3 estações em 39 anos); (ii) assegurando que pelo menos uma estação de cada bacia hidrográfica principal está representada no conjunto (7 estações, 23 anos); (iii) considerando apenas as estações da bacia do Douro (4, 30 anos). Nos dois primeiros, o período termina em 1995/96, nos dois últimos inicia-se em 1974.

As tendências são negativas no primeiro caso, positivas no terceiro, e maioritariamente positivas no segundo. Nas estações em que é possível a comparação de dois ou mais períodos, verificam-se valores crescentes da tendência temporal quando o intervalo cronológico considerado se aproxima dos anos mais recentes. Esta sensibilidade do valor da tendência temporal, assim determinada, à extensão e período de registo das séries, mais acentua a necessidade de tomar esta aproximação como válida apenas a título exploratório. Reconhece-se-lhe também interesse operativo, no sentido em que pode ser útil para a identificação de mudanças passadas, recentes ou não, na cobertura vegetal e edáfica das bacias e, quando recentes, da necessidade de desencadear medidas de mitigação e de adaptação nos padrões de uso da água e do solo.

Comparando a tendência temporal das séries do caudal médio diário mediano com a dos escoamentos anuais (as que na verdade possibilitam a comparação de escalas temporais), assinala-se discrepância de resultados em 3 estações hidrométricas (Pai Diz, Videmonte e Ponte de Pinelo). Esta evidência chama a atenção para as debilidades do método de estabelecimento da tendência, certamente afectado pelo efeito dos extremos, cujas consequências se manifestarão mais no caso dos valores diários do que nos anuais.

#### **4. Tópicos conclusivos**

As séries temporais de escoamentos fluviais mostram tendências de variação diferenciada por parâmetro e por bacia hidrográfica. O padrão correntemente mencionado de declínio nos escoamentos fluviais não é consistentemente verificado nas várias escalas temporais. Em contrapartida, a análise dos caudais médios diários e dos escoamentos mensais permitiu verificar em todas as estações tendência para acentuação dos extremos, situação mais evidente nas estações da bacia do Douro. A correlação entre extensão e tendência temporal das séries, negativa e significativa no caso das séries anuais, bem como a correlação entre altitude das estações e tendência, esta positiva e não significativa, são elementos de interpretação a reter do trabalho.

O trabalho torna evidentes as debilidades da abordagem estritamente estatística ao problema, útil todavia numa fase exploratória.

Quadro 3. Tendências temporais, avaliadas por regressão linear, das séries de escoamentos anuais e sazonais (em altura equivalente), nas estações hidrométricas de montanha seleccionadas (tendências negativas destacadas; \* – significativo,  $p < 0,05$ )

Estação Hidrométrica	Escoamentos				
	Ano	Outono	Inverno	Primavera	Verão
<b>Nome</b>	<i>Declive da recta de tendência temporal (b – mm/ano)</i>				
Ameijoreira	-	10,7	-5,8	7,8	-1,4
Alto Cávado	2,3	-	-	-	-
Cabreira derivação	35,3	4,0	11,3	9,0	0,9
Manteigas	-10,0	0,9	-5,6	-2,4	-1,5
Pai Diz	5,2	-	-	-	-
Videmonte	3,6	-	-	-	-
Castelo Bom	-2,1	0,0	-3,2	-0,2	-0,1
Gimonde	1,7	-0,1	-7,5	-7,5	-7,5
Moinho Ponte Nova	-5,1	-	-	-	-
Ponte Pinelo	2,4	0,2	0,2	-0,3	-0,2
Vinhais Quinta Ranca	-4,8	0,2	-4,4	-1,3	-0,1
		<i>Mediana de b</i>			
<b>Todas as estações</b>	2,0	0,2	-4,4	-0,3	-0,2
<b>Localização</b>		<i>Mediana de b</i>			
Noroeste	18,8	7,4	2,8	8,4	-0,3
Serra da Estrela	3,6	0,9	-5,6	-2,4	-1,5
Bacia do Douro	-2,1	0,1	-3,8	-0,8	-0,1
<b>Características</b>	<i>Coefficiente da correlação b vs. características da estação</i>				
Nº anos da série	-0,64*	-0,41	-0,16	-0,35	0,18
Altitude da estação	0,28	0,28	0,29	0,43	0,31
Área da bacia	-0,37	-0,58	-0,24	-0,44	0,02

Quadro 4. Tendências temporais, avaliadas por regressão linear, das séries de escoamentos anuais (em altura equivalente), nas estações hidrométricas de montanha, em períodos seleccionados (tendências negativas destacadas)

Estação Hidrométrica	Escoamento anual em períodos seleccionados		
	1957/58 - 1995/96 (3 mais longas) N=39	1973/74 - 1995/96 (bacias todas) N=23	1974/75 - 2002 (Douro) N=30
<b>Nome</b>	<i>Declive da recta de tendência temporal (b – mm/ano)</i>		
Alto Cávado	-	-7,4	-
Manteigas	-17,2	3,5	-
Pai Diz	-	5,2	-
Castelo Bom	-5,1	-0,1	3,6
Gimonde	-	1,0	6,3
Moinho Ponte Nova	-	-	0,6
Ponte Pinelo	-	-0,7	3,9
Vinhais Quinta Ranca	-5,6	2,8	-

## Referências bibliográficas

- Castro, J.; Figueiredo, T. de; Fonseca, F.; Castro, J. P.; Nobre, S., & Pires, L. C. 2010. Montesinho Natural Park: general description and natural values. In: N. Evelpidou, T. d. Figueiredo, F. Mauro, A. Vahap, & A. Vassilopoulos, Natural Heritage in Europe from East to West. Springer Verlag, Berlin, pp. 119-132.
- Chow, V. T. (1964). Statistical and probability analysis of hydrological data: Part IV. Sequential generation of hydrological data. In V. T. Chow, Handbook of Applied Hydrology. McGraw-Hill, Boca Raton, pp. 8-91 - 8-97.
- Clarke, R. T. 1994. Statistical Modelling in Hydrology. Wiley, Chichester, UK.
- Dagnelie, P. s/d. Estatística: Teoria e Métodos (2 vols). Publicações Europa-América, Mem Martins.
- Espinha-Marques, J.; Marques, J. M., & Aguiar, C. 2010. A Groundwater System in a Mountain Environment (Serra da Estrela, Portugal). In: N. Evelpidou, T. d. Figueiredo, F. Mauro, A. Vahap, & A. Vassilopoulos, Natural Heritage in Europe from East to West. Springer Verlag, Berlin, pp. 163-167.
- Figueiredo, T. de. 2010. Montesinho and the Mountains of Northern Portugal: Introduction. In: N. Evelpidou, T. d. Figueiredo, F. Mauro, A. Vahap, & A. Vassilopoulos, Natural Heritage in Europe from East to West. Springer Verlag, Berlin, pp. 163-167.
- INAG. s.d.. Obtido em Outubro de 2009, de [www.inag.pt](http://www.inag.pt).
- IPB/ICN. 2007. Plano de Ordenamento do Parque Natural de Montesinho – Caracterização. Bragança: Instituto Politécnico De Bragança; Instituto Da Conservação Da Natureza.
- IPCC. 2001. Climate Change. The Synthesis Report. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.
- Lencastre, A. & Franco, F. 1984. Lições de Hidrologia (1ª ed.). Monte da Caparica, Portugal: Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.
- Mays, L. W. 2001. Water Resources Engineering (1st ed.). New York, USA: Wiley.
- Nunes, A. 2008. Recursos hídricos na bacia do Rio Sabor: evolução recente e relações com mudanças sócio-ambientais. In Actas do 6º Congresso Ibérico Sobre Gestão e Planificação da Água (p. 10). Vitória, Espanha.
- Pereira, F. M. 2010. Potencial Hidroeléctrico na Bacia Hidrográfica do Rio Douro: exercício de avaliação. Dissertação (em preparação), Instituto Politécnico de Bragança, Mestrado em Energias Renováveis e Eficiência Energética, Bragança.
- SNIRH. s.d.. Obtido em Dezembro de 2009, de [snirh.pt](http://snirh.pt).
- van Noordwijk, M., van Roode, M., & McCallie, E. L. 1998. Erosion and sedimentation as multiscale, fractal processes: implications for models, experiments and the real world. In F. W. Penning de Vries, F. Agus, & J. Kerr, Soil Erosion at Multiple Scales (pp. 223-253). Wallingford, UK: CABI & IBSRAM.