

5. Características da área continental adjacente

5.1. Zona costeira

A costa a norte de Espinho, com orientação NNW-SSE, é recortada e raramente escarpada contrastando com o interior montanhoso. É formada por alternância de praias arenosas e arribas, onde os estuários apresentam desembocaduras estreitas e pouco profundas, com restingas arenosas enraizadas na margem sul. Os sedimentos das praias do Alto Minho são fundamentalmente formados por areias médias e grosseiras silicoclásticas, ocorrendo com frequência praias de cascalho (Alves, 1996). Na margem sul do Rio Minho, define-se uma zona de acumulação bem definida (Pinhal do Camarido), que se formou devido à refração da onda em torno da ínsula de Caminha (Carvalho, 1988).

Mais a norte, na Galiza, define-se uma “costa de rias”, fortemente sinuosa e profundamente entalhada, onde o mar invadiu as zonas deprimidas e os vales fluviais (Inman & Nordstrom, 1971; Dolan, 1975), penetrando 20 a 35 km para o interior. A região costeira encontra-se delimitada por afloramentos rochosos que constituem o prolongamento para a plataforma de relevos continentais.

A linha de costa encontra-se em fase de recuo generalizado. Na zona dunar do pinhal do Camarido registaram-se, nalguns pontos, recuos de 200m entre 1949 e 1974, a que correspondem taxas médias de recuo de 8m/ano (Ferreira *et al.*, 1989). Nas arribas talhadas nas dunas fósseis de Ofir, a erosão foi acentuada pelo rebentamento de caleiras que conduziam as águas pluviais de um hotel e torres de apartamentos, provocando abarracamentos que atingiram as fundações dos mesmos. A construção de estruturas de protecção (enrocamento e conjunto de esporões), para impedir a sua destruição pelo mar induziu a sul um processo de erosão acelerada (Carvalho *et al.*, 1986; Granja, 1990).

Em Espinho, os efeitos erosivos do mar e o registo de estragos vêm já desde o século passado. Entre 1885 e 1910 a linha de costa recuou 225m, correspondendo a uma taxa média de recuo de 9m/ano. A sul, entre 1947 e 1958, foram calculadas taxas de recuo de cerca de 8m/ano (Oliveira *et al.*, 1982).

5.2. Bacias hidrográficas

O Minho é uma região muito acidentada, de relevos vigorosos (os mais elevados, entre 500 e 700m), sobretudo na região NW, e com uma rede de drenagem de densidade elevada que dissecou o relevo com os seus vales encaixados. Os principais rios (Minho, Âncora, Lima, Cávado,

Ave e Douro) instalaram-se em zonas de fraqueza estrutural do soco, com orientações aproximadas ENE-WSW, responsáveis pelo abatimento cada vez mais pronunciado para Norte e pela ocorrência das rias da Galiza. O Douro é o único que corre encaixado em paredes graníticas escarpadas em todo o seu percurso.

Do ponto de vista litológico, as rochas que dominam as bacias hidrográficas são de natureza granítica, na maioria hercínicas, e xisto grauváquico do Precâmbrico e Paleozóico (fig.II-13). Estas rochas são, respectivamente, pouco permeáveis e impermeáveis, estando cobertas por fraca cobertura vegetal e apresentando fortes declives.

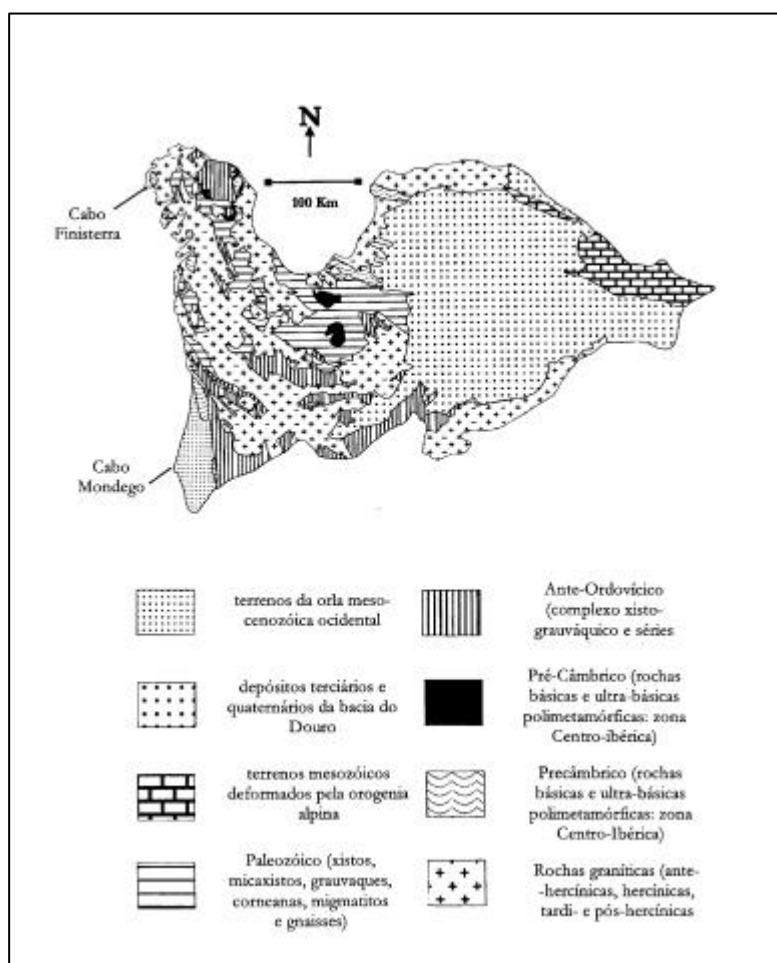


Figura II-13. Geologia das bacias hidrográficas dos rios NW Portugueses e da Galiza Ocidental (adaptado de Julivert et al., 1980, in Cascalho, 2000).

A área drenada é extensa (cerca de 130 000 km²), ocupando em território português mais de 36 000 km². Em regime natural, os meses com pluviosidade mais elevada correspondem aos meses com débitos superiores.

O rio mais importante que aflui a esta zona é o Douro, com 927 km de comprimento e com a bacia mais extensa da Península Ibérica (97 682 km²). O seu escoamento médio é, geralmente,

mais abundante de Novembro a Abril, podendo atingir os 17 000 m³/s no seu troço terminal, diminuindo de Junho a Outubro para caudais, por vezes, abaixo dos 100m³/s (Loureiro *et al.*, 1986).

A segunda bacia mais importante é a do rio Minho, com área de 17 081 km² e cerca de 300 km de comprimento. O caudal instantâneo mais baixo registado entre 1973/74-1985/86 foi de 4 m³/s, em Outubro de 1979 e o mais elevado, cerca de 4 900 m³/s, em Fevereiro do mesmo ano (Ribeiro *et al.*, 1988). As características das bacias hidrográficas dos rios minhotos estão apresentados na tabela II-6.

Os rios que desaguam nas rias galegas de Vigo, Pontevedra, Arosa e Muros apresentam todos caudais médios anuais inferiores a 93m³/s. O somatório dos caudais médios anuais destes rios são inferiores 18 vezes ao caudal médio do Douro e cerca de 8 vezes inferior ao do Minho.

Tabela II-6. Características das bacias hidrográficas dos rios minhotos (Loureiro *et al.*, 1986; Ribeiro, *et al.*, 1988) e rios galegos (Marqués, 1985).

Rios Rias	Altitude da nascente (m)	Direcção do percurso	Comprimento (km)	Área da bacia (km ²)	Escoam. médio anual (x10 ⁶ m ³ /a)	Caudal médio anual (m ³ /s)	Cheias máximas (m ³ /s)	Barragens/ Capacidade (x10 ⁶ m ³)
Douro	1 700	E-W	927	97 682	22 578	710	19 000	64 / 8 165
Ave	1200	NE-SW	94	1 390	1 020	29	1 000	5 / 35
Cávado	1 538	ENE-WSW	129	1 589	2 500	54	-	8 / 1 169
Neiva	721	ENE-WSW	46	242	103	3.3	-	-
Lima	950	ENE-WSW	180	2 480	3 019	64	2 438	3 / 546
Âncora	750	ENE-WSW	19	77	100	3.2	-	-
Minho	750	ENE-WSW	300	17 081	12 000	329	4 898	39 / 2 810
Verdugo-Oitaben (Vigo)	≈ 500	ENE-WSW		333	439	16	-	-
Lérez (Pontevedra)	≈ 500	NE-SW		409	506	16	-	-
Umia (Arosa)	≈ 520	NE-SW		404	497	16	-	-
Ulla (Arosa)	≈ 650	ENE-WSW		2 764	2 922	93	-	-
Tambre (Muros)	≈ 410	NE-SW		1 531	1 699	54	-	-

5.2.1.Cheias

As cheias são dos fenómenos mais importantes para o transporte e transferência rápida, de grandes volume de sedimentos continentais para a plataforma, gerando-se frequentemente vastas plumas túrbidas carregadas de material em suspensão que, por vezes, se estendem por vários quilómetros para o largo.

Os rios minhotos estão situados numa região montanhosa, com formações rochosas predominantemente ígneas e com linhas de água com secção encaixada. Nos troços de montanha formam-se ondas de cheia com propagação rápida e zonas de inundação estreitas. A

jusante, estes rios correm em vales quaternários alargados e planos (com excepção do Douro), provocando inundações mais extensas (Rocha, 1990a).

As grandes cheias ocorrem geralmente entre Novembro e Março, com especial incidência no mês de Janeiro (Feio *et al.*, 1950). A distribuição das pequenas cheias é diferente: podem ocorrer mais tardiamente, até Abril e Maio, mas com frequência superior nos meses de Janeiro e Fevereiro. O tempo de recorrência é variável, sendo para o rio Douro o intervalo médio entre duas grandes cheias sucessivas de 3 a 4 anos. Contudo, podem decorrer mais de 19 anos sem que ocorram grandes cheias. As pequenas cheias são mais frequentes, em média 3 a 4 por ano para o rio Cávado e 2 a 3 para o Douro (Feio *et al.*, 1950).

Em períodos de cheias, o volume de água do rio Douro é habitualmente 770 vezes mais elevado que no regime de Verão, variando de 8 450 m³/s (1969) a 19 000 m³/s (1739), com aumento na altura de 17,5m (1936) a 25m (1909), em relação ao nível normal (Feio *et al.*, 1950).

As cheias do Douro ocorrem com irregularidade, podendo passar mais de 10 anos sem nenhuma se manifestar. As cheias formam-se e passam rapidamente, apresentando variações de caudal horárias muito grandes relativamente a outros rios cujo caudal de ponta se mantém por vários dias. São provocadas maioritariamente por precipitações elevadas, mais intensas na costa e nas regiões montanhosas e menos intensas na Meseta. A forma e a litologia da bacia hidrográfica deste rio, e a inclinação do leito e dos seus afluentes, contribuem também para este fenómeno (Silva, 1990).

No rio Minho a cheia mais importante ocorreu a 7 de Fevereiro de 1979, com um caudal máximo de 4 898 m³/s (Rocha, 1990a), de acordo com as observações das estações hidrométricas da rede da DGRN (Direcção Geral de Recursos Naturais). No rio Lima, a cheia mais importante de que há registo ocorreu a 22 de Dezembro de 1909. A cheia de 24 de Fevereiro de 1980, comparativamente inferior, registou um caudal de 2 391 m³/s (Ponte de Lima), correspondendo a um aumento da altura de 4,08m (Rocha, 1990a).

5.2.2. Influência das barragens nas cheias

O controlo das cheias na bacia do rio Minho é praticamente inexistente, visto que a capacidade de armazenamento em Portugal é desprezível e em Espanha corresponde a cerca de 28% do escoamento médio anual (Rocha, 1990a). Contudo, este rio apresenta elevada densidade de aproveitamentos hidroeléctricos concentrados em Espanha (cerca de 1/502 km²), superior à do rio Douro (1/1526 km²) (Moura, 1990).

No sistema Cávado-Lima a situação é diferente. Todas as barragens permitem que as descargas sejam geridas pelo funcionamento de comportas. As três grandes barragens existentes no rio Lima armazenam cerca de $515 \times 10^6 \text{ m}^3$ (Rocha, 1990a), enquanto que os oito aproveitamentos hidroeléctricos do rio Cávado armazenam um volume de água de cerca de $1169 \times 10^6 \text{ m}^3$. No rio Ave a capacidade de armazenamento é muito pequena, correspondendo a cerca de 3% do escoamento médio anual ($23,1 \times 10^6 \text{ m}^3$) (Rocha, 1990b).

No rio Douro as grandes cheias são difíceis de prever e de regularizar. A maioria das barragens são a "fio-de-água", com as albufeiras praticamente sempre cheias, constituindo simples pontos de passagem quando o caudal aumenta. A título de exemplo, a albufeira da barragem de Crestuma, com a maior capacidade útil nacional, correspondendo a 19 milhões de m^3 , encher-se-ia em apenas 30 minutos, se estivesse vazia no início de uma cheia como a que ocorreu em 1979, com um caudal de ponta de $10\,500 \text{ m}^3/\text{s}$. Quando o caudal atinge os $12\,000 \text{ m}^3/\text{s}$, o nível a jusante sobe até à cota de retenção normal da albufeira sendo a sua capacidade de retenção nula, o mesmo acontecendo no Pocinho, Carrapatelo, Régua e Valeira. Embora estas últimas não fiquem submersas, apresentam uma capacidade de retenção baixa, com pouco significado no controlo das cheias (Silva, 1990). Contudo, verifica-se diminuição das pontas máximas de cheias reduzindo, assim, a capacidade de transporte sedimentar efectiva. Nos rios internacionais (Minho, Lima e Douro) as barragens espanholas aprisionam as águas, estando a parte portuguesa dos rios muito dependentes dos caudais libertados por estas.

5.3. Estuários

Como já se referiu, os estuários dos rios minhotos são estreitos e pouco profundos, com larguras médias na foz que variam de 2 km (rio Minho) a 100m no rio Ave (Oliveira, 1994). A profundidade média é baixa (1-5m), ocorrendo na zona de influência de marés deposição de areia e formação de numerosos bancos arenosos.

5.3.1. Sedimentos dos estuários dos rios

Os sedimentos dos estuários dos rios minhotos são maioritariamente arenosos, com baixo conteúdo em silte e argilas. Apenas o rio Ave apresenta significativa percentagem de sedimentos lodosos (Tabela II-7); no rio Minho, as fracções cascalhenta e silto-argilosa são praticamente vestigiais, predominando os sedimentos arenosos; no rio Douro predominam os sedimentos grosseiros (cascalho arenoso e cascalho) (Oliveira, 1994). Segundo Alves (1996), os sedimentos dos estuários dos rios Minho e Lima correspondem essencialmente a areias

médias a grosseiras, sendo os materiais transportados pelo rio Lima mais grosseiros que os do rio Minho, correspondendo fundamentalmente a areão e areias grosseiras com raros seixos de pequenas dimensões.

Tabela II-7. Conteúdos percentuais médios de cascalho, areia e lodo dos sedimentos de fundo dos estuários dos principais rios minhotos. O símbolo (*) refere-se aos resultados publicados por Mimoso & Ferreira (1995). Os restantes dados respeitam aos sedimentos colhidos na campanha Sediminho II/93¹ (Agosto de 1993).

Rios	Cascalho	Areia	Lodo
Douro	39/44*	55/42*	6/14*
Ave	5	57	38
Cávado	32	54	14
Lima	13	71	16
Minho	2	95	3

Mimoso & Ferreira (1995) descreveu os sedimentos do leito do rio Douro como sendo sedimentos muito heterogéneos, compreendendo todos os tipos texturais desde cascalheiras a argilas. Na desembocadura (perto do cabedelo), onde o nível energético é mais elevado, apresenta areias médias a grosseiras. A análise granulométrica dos sedimentos desde a barragem de Crestuma à foz mostrou que:

- a margem norte apresenta geralmente sedimentos com carácter mais fino (areias cascalhentas e siltes argilosos) do que a margem sul (cascalho arenoso). No troço final do rio Douro, a presença de meandros promove a deposição preferencial de siltes e argilas na zona côncava (zona com menor energia). Na área convexa, a que correspondem maiores velocidades da corrente, só existe normalmente cascalho arenoso;
- a zona mais enriquecida em sedimentos finos encontra-se a 6 km da foz (Oliveira, 1994), correspondendo à zona de acumulação dos sedimentos em suspensão (ponto nodal) e ao limite superior da intrusão salina.

Em relação aos sedimentos em suspensão, os valores mais elevados de concentração à superfície, em situação de Inverno com débito fluvial baixo, foram encontrados nos estuários dos rio Douro e Ave (da ordem dos 5-10 mg/l), sendo no rio Minho e Lima inferiores a 3mg/l e variando no Cávado entre 3 e 5mg/l (Oliveira, 1994). Estes valores podem ser considerados baixos, principalmente no caso do rio Douro. Comparando os rios Douro e Garone (França), ambos com caudais médios semelhantes (620 m³/s e 710m³/s, respectivamente), as

¹ Campanha integrada no projecto PETDS (Pesquisa e Caracterização de Elementos Traçadores da Dinâmica Sedimentar) para colheita de sedimentos de fundo e em suspensão dos rios e estuários minhotos (JNICT n.º PMCT-MAR-706/90).

concentrações de material em suspensão no estuário do Garone são da ordem dos 150-200mg/l (Castaing, 1981) aproximadamente 10 vezes superiores às encontradas no Douro.

5.3.2. *Sedimentos das rias galegas*

Em termos gerais, os sedimentos predominantes nas rias são os lodos e as areias lodosas com alto conteúdo em siltes e argilas (Rey Salgado, 1993); os sedimentos grosseiros dominam nas margens costeiras e nos leitos e desembocadura dos rios. A tendência geral para jusante, é de aumento do tamanho do grão, com clara predominância de lodos nas zonas interiores e médias, e de areias e cascalho nas partes médias e externas. Os sedimentos mais grosseiros apresentam conteúdo em carbonatos superior, diminuindo o seu conteúdo em função do tamanho do grão.

A ria de Vigo é a que apresenta os sedimentos mais lodosos; a ria de Arosa, mais extensa, apresenta uma maior área coberta com areias e cascalhos, especialmente na parte externa. Em todas as rias a margem meridional é muito mais arenosa que a margem setentrional. Este dado é importante pois evidencia a existência de uma circulação actual de sedimentos no fundo das rias, no sentido dextrógiro (Rey Salgado, 1993).

As rias de Muros-Noya e Arosa são as mais abertas ao oceano e as que possuem maior área coberta por cascalhos (Tabela II -8).

Tabela II -8. Distribuição superficial das fácies texturais do fundo das rias (%) (Rey Salgado, 1993).

Rias	Cascalho	Areia	Lodo	Rocha
Muros-Noya	12	39	30	19
Arosa	9	19	42	30
Pontevedra	1	52	27	20
Vigo	4	16	67	11

O conteúdo em matéria orgânica aumenta da entrada até ao limite interno e a sua distribuição é análoga à do tamanho do grão. Rey Salgado (1993) considera que a distribuição espacial das zonas com maior conteúdo em matéria orgânica está relacionada com a dinâmica das rias, de tal forma que a deposição da matéria orgânica tem lugar em zonas de menor energia, ficando limitadas principalmente ao interior e às margens norte das rias.

5.3.3. Correntes de maré

A velocidade de propagação da onda de maré é afectada pela morfologia dos estuários. Quanto mais estreito e menos profundo o estuário for, mais a onda de maré dissipa a sua energia ao tocar o fundo.

A maré nos rios minhotos tem grande amplitude, de carácter mesotidal (≈ 4.0 , em marés vivas), próxima de transição para macrotidal, situação que já se verifica na costa da Galiza. Pode propagar-se até distâncias consideráveis, 40km no rio Minho e 20 km no rio Lima, devido principalmente ao declive suave do leito actual dos rios. No rio Douro a maré penetra até à barragem de Crestuma-Lever, a cerca de 21.6 km da foz.

A maré provoca correntes intensas na foz, intensificadas pelo estreitamento provocado pelos "cabedelos".

No rio Douro, a curva de maré é assimétrica, sendo a fase de enchente normalmente mais demorada do que a vazante; as correntes de vazante são mais intensas e frequentes à superfície e a "meia-água", enquanto que as de enchente o são junto ao fundo (Mimoso & Ferreira, 1995; Tabela II-9), o que demonstra que a fase de enchente de maré se inicia nas camadas inferiores, de onde se propaga para montante e para a superfície, enquanto que o escoamento das águas fluviais se faz predominantemente pelas camadas mais superficiais; em períodos de marés-vivas, quando as correntes de maré são mais significativas, toda a massa de água se move para montante ou para jusante. A inversão da maré não ocorre em simultâneo ao longo de toda a coluna de água, sendo frequentes os períodos em que a camada de fundo apresenta valores de enchente e à superfície já se verificam correntes de vazante; esta tendência é mais acentuada em períodos de águas-mortas, onde pode não ocorrer inversão de corrente à superfície (Mimoso & Ferreira, 1995).

Tabela II-9. Valores de velocidade média da corrente para o estuário do rio Douro. Observações feitas em Setembro de 1994, com baixo caudal fluvial (Mimoso, & Ferreira, 1995).

	Prof.	Veloc. média (cm/s)	
		Est.1	Est.2
Enchente	0.5 cm sup.	7.0	3.7
	meia-água	30.4	24.5
	0.5 cm fundo	25.4	10.9
Vazante	0.5 cm sup.	52.0	62.4
	meia-água	26.1	45.8
	0.5 cm fundo	2.4	14.3

O rio Minho e Cávado apresentam comportamento diferente, visto que a fase de vazante é mais demorada que a de enchente. Este fenómeno é atribuível ao estado de assoreamento das barras destes rios, que impede o normal escoamento das águas na baixa-mar, prolongando as

fases finais da vazante e não permitindo que atinjam valores tão baixos quanto os verificados nos estuários dos rios Ave e Lima (I H., 1987). Na embocadura do rio Minho, a corrente de maré atinge em período estival velocidades próximas de 200 cm/s em vazante e de 150 cm/s durante a enchente. No rio Lima as velocidades são um pouco inferiores, situando-se nos 150 cm/s em vazante e 100 cm/s em enchente (Alves, 1996). Correntes com estas velocidades poderão transportar sedimentos finos para a plataforma e mesmo impedir a sua deposição no leito do rio (>30 cm/s).

É durante os períodos de vazante e, principalmente, em "águas-vivas" que os sedimentos em suspensão são expulsos para o oceano (Castaing, 1981; Vale & Sundby, 1987). Nesses períodos a velocidade da corrente é mais elevada e a remobilização dos sedimentos de fundo mais importante.

O estudo do transporte de sedimentos junto ao fundo e perto da foz do rio Douro (Mimoso & Ferreira, 1995) permitiu constatar que mais de 75 % do sedimento capturado em movimento corresponde a areia muito fina. Considerando um tamanho médio do grão de 100 μ m, a velocidade de corrente necessária para promover a sua remoção de um depósito sedimentar é cerca de 20 e 30 cm/s (McCave, 1984), enquanto que para se manter em suspensão só são necessárias correntes com velocidades superiores a 1cm/s (valor válido para grãos esféricos de quartzo). Contudo, as amostras recolhidas apresentam uma componente importante de micas (>30%) e de minerais pesados (> 11%) que exibem, respectivamente, hábito lamelar (transportadas preferencialmente em suspensão) e densidade superior ao quartzo; nestas circunstâncias, uma pequena percentagem de silte e argila no depósito sedimentar é suficiente para este se tornar coesivo (5-10%) sendo a velocidade necessária para a remobilização das partículas superior (Dyer, 1986). No entanto, os dados de correntes observadas e a análise do tipo de sedimentos de fundo, essencialmente arenosos e com baixo conteúdo em finos (<14%), permitem supor que, durante um ciclo de maré, as velocidades das correntes junto ao fundo são suficientes (>25 cm/s) para impedirem a deposição dos finos no estuário, tornando assim mais fácil, no ciclo seguinte, a remoção da areia fina depositada.

Nos sedimentos transportados em suspensão, a estratificação do escoamento tem implicações no volume de sedimentos transportados e no sentido em que se processa. No Douro, as maiores velocidades ocorrem à superfície e indicam fluxo para jusante, embora não haja acréscimo proporcional no volume de sedimentos. Pelo contrário, os maiores níveis de transporte e os valores superiores de concentração estão associados à fase de enchente de maré, mesmo quando as velocidades de correntes são inferiores à superfície (Mimoso & Ferreira, 1995) .

Mimoso & Ferreira (1995) propuseram um modelo de circulação fechado para o material que se encontra em suspensão no rio Douro, estando o balanço sedimentar dependente do débito fluvial e da amplitude da maré: os sedimentos são transportados à superfície pelas correntes de vazante em direcção ao mar, onde poderão ser parcialmente capturados pelas correntes de enchente, regressarem ao estuário pelos níveis inferiores, depositados no ponto limite da maré (ponto nodal) e serem de novo remobilizados pelas correntes de vazante. Esta forma de circulação actua como armadilha sedimentar capaz de reter, retardar e promover a retenção dos sedimentos em suspensão transportados pelo rio em situações de débito fluvial baixo, ou seja, em períodos de Verão. Em períodos de Inverno, com débito fluvial superior e em períodos de águas vivas, este modelo não terá, concerteza, aplicabilidade. No rio Douro já foram registadas correntes de vazante superiores a 24 km/h, em períodos de cheias (Ribeiro *et al.*, 1988).

Actualmente, o material que sai dos rios em suspensão é constituído maioritariamente por areias finas a muito finas, silte e argila (Dias, 1987; Oliveira, 1994). Contudo, é nos períodos de grandes cheias que o transporte é mais significativo, tendo os rios capacidade de destruir parcialmente o "cabedelo" que se desenvolve na sua margem sul, por dinâmica litoral, como foi o caso das cheias do rio Douro do ano de 1996.

5.4. Abastecimento sedimentar à plataforma

As barragens portuguesas existentes nos rios minhotos, apesar de parecer não terem grande significado no controlo das cheias, são responsáveis por uma redução drástica no volume de sedimentos que chegam ao litoral, com repercussões importantes na dinâmica costeira.

No caso do rio Douro há uma redução de cerca de 86% na carga transportada junto ao fundo, essencialmente constituída por areias. Em regime natural este rio transportava 1.8×10^6 m³/ano (2.2×10^6 ton./ano) de sedimentos arenosos. Estima-se que este valor tenha baixado para 0.25×10^6 m³/ano, cerca de 0.3×10^6 ton./ano (Oliveira *et al.*, 1982), após a construção da barragem de Crestuma-Lever. Bordalo e Sá (*in* Drago, 1995), com medições feitas no terreno, obteve um valor ainda inferior, 0.18×10^6 m³/ano (0.2×10^6 ton./ano), representando uma redução de 90% em relação ao valor obtido por Oliveira *et al.*, (1982), para o regime natural.

É de referir que todos estes rios são sujeitos a dragagens periódicas para acesso aos portos (rios Lima e Douro) e à extracção de areias dos seus leitos e margens. A título de exemplo, à uma década atrás, no troço inferior do rio Douro (50 km) a extracção de areias e cascalho

atingia valores da ordem de $1.5 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ e as obras de dragagem da barra do Douro conduziu à extracção de 10^6 m^3 (Oliveira *et al.*, 1982).

Dias (1987) foi o primeiro autor português a utilizar o método de Langbein & Schumm (1958) para calcular os presumíveis volumes de materiais transportados, junto ao fundo e em suspensão, por alguns dos rios mais importantes da Península Ibérica. Os resultados obtidos, embora muito sobrevalorizados, permitem ter uma primeira ideia da aptidão relativa destes rios como contribuintes de matéria particulada para a plataforma (Tabela II-10). Magalhães (1999), utilizando o mesmo método, mas diferentes processos de cálculo de alguns dos parâmetros utilizados, obteve estimativas, de modo geral, inferiores às de Dias (1987).

Tabela II-10. Presumíveis valores de materiais transportados na totalidade, junto ao fundo e em suspensão, calculados pelo método de Langbein & Schumm (1958), para alguns dos rios mais importantes da Península Ibérica (Dias, 1987; Magalhães, 1999), após a construção das barragens.

	Transporte ($\times 10^3 \text{ m}^3/\text{ano}$)	Douro	Minho	Lima	Cávado	Ave
Dias (1987)	Sed. Total	8538.5	988.1	63.4	83.2	89.0
	Fundo	760.4	122.2	6.5	8.5	8.6
	Suspensão	7778.1	865.9	56.9	74.7	80.4
Magalhães (1999)	Sed. Total	2248.7	284.6	119.5	81.9	140.9
	Fundo	329.2	30.4	12.3	8.4	12.6
	Suspensão	1919.5	254.2	107.2	73.5	128.3

Pela simples observação dos valores é fácil constatar a importância do rio Douro como fornecedor de sedimentos para a área estudada, com cerca de 80% da contribuição total, seguido do rio Minho (10%).

6. Síntese:

- A localização da plataforma norte portuguesa em relação ao Atlântico norte condiciona as características hidrodinâmicas e a evolução das mesmas ao longo do ano. Esta plataforma encontra-se frequentemente exposta a ondas de grande altura e longos períodos de NW e W. Os temporais (ondulação superior a 6m e períodos superiores a 12s) ocorrem em média cerca de 3-9 vezes por ano, particularmente entre os meses de Dezembro a Abril.
- A plataforma estudada corresponde a um ambiente especialmente sensível à direcção do vento: no Verão predominam os ventos de norte, responsáveis pelo upwelling; no Inverno, a ocorrência de ventos de S-SW, induz a ocorrência de fenómenos de downwelling.
- Na plataforma interna e média, o mecanismo dominante de ressuspensão de sedimentos do fundo está associado com as ondas superficiais.

- A corrente de maré tem capacidade de transporte efectiva, uma vez que a sua velocidade é geralmente superior a 10 cm/s, e promove os movimentos transversais na plataforma. Embora as observações efectuadas na plataforma tenham permitido constatar a existência de correntes moderadas sem capacidade de remobilização de partículas depositadas (efectuado maioritariamente pela onda), é lógico supor que nas imediações da desembocadura dos rios, a profundidades inferiores a 20-30m, estas correntes tenham só por si capacidade de transporte e também de remobilização de partículas finas.
- Durante os eventos extremos (temporais) que ocorrem menos de 13 dias num ano (Vitorino *et al.*, 2000) verifica-se incremento do fluxo geral de sedimentos.
- A existência de vários rios, a alta pluviosidade da região continental adjacente e o relevo acidentado permitem pressupor uma plataforma continental bem fornecida em partículas terrígenas. Contudo o grau de assoreamento dos rios, as dragagens e a presença de barragens ao longo do seu curso, provocam actualmente uma redução significativa neste abastecimento. As cheias, que constituem os eventos mais importante para o transporte e transferência rápida de grandes volumes de sedimentos continentais para a plataforma continental, encontram-se em parte controladas pelas barragens, com diminuição das suas pontas máximas.
- O conhecimento dos caudais médios dos rios da região (Tabela II-6) permite considerar o rio Douro como a maior fonte de sedimentos para a plataforma.
- O predomínio de sedimentos arenosos e cascalhentos nos estuários dos rios minhotos, ao contrário do que se passa nas rias Galegas, mostra a existência de um meio extremamente energético, fortemente influenciado pelas marés, que não permite a deposição de sedimentos finos (lodo).
- No rio Douro, em período estival e em vazante, foram registados escoamentos com velocidades superiores a 60 cm/s (Mimoso & Ferreira, 1995). Nos rios Lima e Minho as velocidades foram superiores a 150 cm/s (Alves, 1996).
- O material que sai actualmente dos rios é maioritariamente formado por areias muito finas, siltes e argilas (Dias, 1987).