

Critérios para a demarcação física do leito e da margem das águas de transição em sistemas lagunares, estuários e lagoas costeiras do Litoral Centro



Administração da Região Hidrográfica do Centro, IP

Coimbra, Junho de 2011

Nota Introdutória

Nos termos do Anexo II Portaria n.º 394/2008 de 5 de Junho que publica os Estatutos da Administração da Região Hidrográfica do Centro, IP está previsto na alínea c) do Artigo 8º que o respectivo Departamento de Recursos Hídricos do Litoral apoie a Autoridade Nacional da Água na delimitação do domínio público marítimo.

Na sequência do Despacho n.º 12/2010 do Presidente do Instituto da Água de 25 de Janeiro, que definiu critérios para a demarcação do leito e margem das águas do mar, importa também definir critérios para a demarcação do leito e margem das águas de transição. Este documento agora apresentado surge na sequência da competência referida anteriormente e tem por objectivo propor os critérios fundamentais para a demarcação física do leito e da margem, nos termos da Lei nº 54/2005, de 15 de Novembro, para águas transição em estuários, lagoas costeiras e troços finais de linhas de água com influência da maré, em contextos estuarinos abrangidos por esta ARH. No documento procura-se desenvolver uma metodologia para o traçado da linha da máxima preia-mar de águas vivas equinociais (LMPAVE) que assenta essencialmente na análise efectuada às particularidades morfológicas existentes na zona costeira e estuários, sob jurisdição da ARH do Centro I.P. (Lagoa da Barrinha de Esmoriz, Sistema lagunar da Ria de Aveiro, Estuários do Mondego e Lis e linhas de água costeiras com influência da maré).

Este trabalho assume particular relevância para a gestão dos recursos hídricos, para uma correcta cobrança da taxa de recursos hídricos, bem como para a elaboração dos planos de gestão de bacia hidrográfica, para os planos de ordenamento dos estuários, para o plano de ordenamento de orla costeira Ovar- Marinha Grande, bem como para os planos directores municipais.

A ARH do Centro I.P. está grata pelo trabalho e dedicação do **Eng. Nelson Silva**, Chefe de Divisão de Licenciamento e Fiscalização do Departamento de Recursos Hídricos do Litoral, autor deste documento, bem como à colaboração dada pelo Eng. António Relvão e equipe do Litoral.

Teresa Fidélis

A Presidente da ARH do Centro I.P.

Trabalho elaborado por **Eng.º Nelson Silva**

Apoio cartográfico **Dr.ª Leonor Silva**

Coimbra, Junho de 2011

Índice

1.	Considerações Gerais	5
2.	Âmbito do estudo	8
3.	Critérios para a demarcação do leito e margem das águas de transição	9
3.1	Barrinha de Esmoriz	9
3.1.1	Introdução	10
3.1.2	Hidrodinâmica	11
3.1.3	Demarcação da LMPAVE	11
3.1.4	Demarcação do limite da margem	15
3.2	Sistema Lagunar da Ria de Aveiro	16
3.2.1	Introdução	18
3.2.2	Hidrodinâmica	19
3.2.2.1	Massa de água salgada	20
3.2.2.2	Massa de água doce	21
3.2.2.3	Comparação de caudais	21
3.2.3	Demarcação da LMPAVE	22
3.2.3.1	Informação altimétrica – Cota de referência	22
3.2.3.2	Zona de Sapal	25
3.2.3.3	Zona de estabelecimentos de aquiculturas e salinas	28
3.2.3.4	Taludes marginais artificializados	29
3.2.3.5	Taludes marginais naturais	33
3.2.4	Demarcação do limite da margem	34
3.3	Estuário do Mondego	37
3.3.1	Introdução	37
3.3.2	Hidrodinâmica	37
3.3.3	Demarcação da LMPAVE	39
3.3.3.1	Em zona de taludes marginais artificializados	39
3.3.3.2	Em zona de estabelecimentos de aquiculturas e salinas	40
3.3.4	Demarcação do limite da margem	43
3.4	Estuário do Lis	44
3.4.1	Introdução	44
3.4.2	Hidrodinâmica	44
3.4.3	Demarcação da LMPAVE	46
3.4.4	Demarcação do limite da margem	46
3.5	Troço final de linhas de água com influência da maré	48
3.5.1	Introdução	48
3.5.2	Demarcação da LMPAVE	49
3.5.3	Demarcação do limite da margem	51
4.	Conclusões	52
	Referências Bibliográficas	
	Sítios consultados	
	Legislação referida	
	Lista de figuras e quadros	

1. Considerações gerais

A definição dos limites do domínio público hídrico, e do domínio público marítimo em particular, é uma ferramenta crucial para uma adequada gestão e ordenamento dos recursos hídricos. Efectivamente, a legislação em vigor relativa aos regimes de utilização (Decreto-Lei nº 226-A/2007, de 31 de Maio) e económico-financeiro (Decreto-Lei nº 97/2008, de 11 de Junho) dos recursos hídricos dificilmente poderá ser aplicada sem a clarificação espacial da área sob jurisdição da autoridade nacional da água, correspondente aos leitos e às margens. É, pois, objectivo deste estudo contribuir para a definição de critérios para a demarcação física dos leitos e margens das águas de transição nos sistemas lagunares, estuários, lagoas costeiras e troços finais de linhas de água, no litoral centro.

Já o Decreto nº 5787-III, de 10 de Maio de 1919, além das águas públicas, considerou também incluído no domínio público hídrico *“os leitos e margens das águas do mar, bem como de quaisquer águas navegáveis ou fluviáveis, e ainda os leitos e margens de águas não navegáveis nem fluviáveis que achessem terrenos públicos do Estado”*. A Lei n.º 54/2005, de 15 de Novembro, refere que o domínio público hídrico *“compreende o domínio público marítimo, o domínio público lacustre e fluvial e o domínio público das restantes águas”*; de acordo com o disposto no artº 3º, o domínio público marítimo compreende: *“As águas costeiras e territoriais; As águas interiores sujeitas à influência das marés, nos rios, lagos e lagoas; O leito das águas costeiras e territoriais e das águas interiores sujeitas à influência das marés; Os fundos marinhos contíguos da plataforma continental, abrangendo toda a zona económica exclusiva e as margens das águas costeiras e das águas interiores sujeitas à influência das marés”*.

Nas áreas em que as águas do mar penetram para o interior dos cursos de água, a linha limite do leito, referência para a demarcação da margem, corresponde à linha da máxima preia-mar de águas vivas equinociais (LMPAVE), de acordo com o disposto no nº 2 do artº 10º (noção de leito; seus limites) da Lei nº 54/2005 que refere expressamente: *“2. O leito das águas do mar, bem como das demais águas sujeitas à influência das marés, é limitado pela linha da máxima preia-mar de águas vivas equinociais. Essa linha é definida, para cada local, em função do espraiamento das vagas em condições médias de agitação do mar, no primeiro caso, e em condições de cheias médias, no segundo”*. A lei distingue, pois, as águas do mar das águas que, não sendo do mar, são igualmente influenciadas pela maré, sendo, nesta situação, a linha limite do leito definida em condições de cheias médias.

A dificuldade para a demarcação da margem nas águas de transição prende-se com a identificação, no terreno, da LMPAVE, conforme esta está definida no artigo 10º da Lei n.º 54/2005. Esta dificuldade resulta desta linha variar, em algumas situações, com periodicidade anual, não devendo cingir-se à

observação aleatória num determinado ano ou numa qualquer maré equinocial, mas sim na linha máxima registada ao longo dos anos.

Nas águas de transição, a linha de máxima preia-mar não depende exclusivamente da propagação da maré no período das águas vivas equinociais mas, em determinadas situações, da conjugação deste fenómeno com a afluência de caudais de água doce provenientes das linhas de águas contributivas e, também, de condicionantes hidráulicas. É expectável que o nível máximo das águas, nestes sistemas de águas salobras, aconteça em situações extremas de simultaneidade de ocorrência de marés vivas das águas do mar que transitam pelas barras e embocaduras nos equinócios com a afluência de cheias fluviais. Todavia, pelo enunciado da lei, é pelas cheias médias que se definirá a cota de equilíbrio entre as massas de água salgada e as massas de água fluviais que afluem a estes sistemas. No âmbito do nº 2 do artigo 2º do Decreto-Lei nº 468/71 o conceito de cheias médias correspondia às que *“podem prever-se com a possibilidade de ocorrência de uma vez em cada quatro ou cinco anos”*, pelo que no desenvolvimento deste estudo levou-se em conta este aspecto.

No Despacho Normativo n.º 32/2008, de 20 de Junho, do Ministro do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, ficaram definidas linhas de referência para a materialização da LMPAVE por curvas de nível correspondentes a determinada cota. Segundo o ponto 1 dos *Elementos para a elaboração da planta de delimitação*, a LMPAVE é, em regra, materializada pela curva de nível correspondente à cota 2,00m em zonas abrigadas que não sofram influência significativa da agitação marítima, nomeadamente no interior de rios, estuários e portos.

Associar a LMPAVE apenas a uma cota acarreta imprecisões localizadas, pelo que há necessidade de olhar para o problema de forma mais abrangente, atenta a necessidade da sua materialização no terreno, Procurou-se, pois, conjugar a informação altimétrica com a observação directa das condicionantes fisiográficas, com as condicionantes hidráulicas e com a cartografia das plantas halófitas nas zonas de sapal, definindo um conjunto de critérios de demarcação desta linha.

Conhecido o traçado da LMPAVE, a demarcação da linha limite da margem das águas de transição é imediata e corresponde, em regra, à linha que dista 50m da LMPAVE nos troços sob jurisdição das autoridades marítimas ou portuárias. A linha limite da margem é materializada pelo traçado das tangentes de circunferência de raio de 50 metros com o centro na LMPAVE (BUFFER), definindo, assim, a extensão da margem. A largura da margem é definida no artigo 11º da Lei n.º 54/2005 evidenciando três situações distintas, mas correspondendo sempre a uma faixa de terreno contígua ou sobranceira à linha que limita o leito das águas:

- Largura da margem das águas do mar, bem como a das águas navegáveis ou flutuáveis sujeitas à jurisdição das autoridades marítimas ou portuárias - 50m

- Largura da margem das restantes águas navegáveis ou flutuáveis - 30m;
- Largura da margem das águas não navegáveis nem flutuáveis, nomeadamente torrentes, barrancos e córregos de caudal descontínuo - 10m.

2. Âmbito do estudo

Este estudo assentou na análise efectuada às particularidades morfológicas existentes no Litoral Centro, no troço afecto à administração da ARH do Centro, I.P., que, temporária ou permanentemente, são inundadas pelas águas do mar, nomeadamente: Barrinha de Esmoriz ou Lagoa de Paramos, Sistema Lagunar da Ria de Aveiro, Estuários do Mondego e do Lis e linhas de água costeiras que sofrem influência da maré.



Figura 2.1 Identificação das particularidades morfológicas em estudo, existentes no Litoral Centro

3. Critérios para a demarcação do leito e da margem das águas de transição

No prosseguimento do estudo, foi avaliado individualmente cada um dos ambientes confinados para a definição de critérios de demarcação do leito e da margem das águas de transição, conjugando a informação altimétrica com a cartografia das biocenoses das plantas halófitas, informação do terreno complementada com registos históricos, e acatando, quando aplicáveis, as determinações constantes do Despacho n.º 12/2010/INAG.

3.1. Barrinha de Esmoriz

3.1.1 Introdução

A Barrinha de Esmoriz é uma pequena lagoa costeira de água salobra que comunica com o mar de forma intermitente em resultado da abertura periódica da sua barra, a norte da Praia de Esmoriz (em certos períodos de fecho natural de ligação ao mar, pode conter só água doce). A ligação desta lagoa costeira ao mar está interrompida quase permanentemente ao longo do ano devido aos agentes da dinâmica litoral que provocam a invasão da margem oeste da barrinha por areias arrancadas ao espraído. A embocadura desta lagoa começou, tendo presente o sentido norte-sul da movimentação das areias, por situar-se a norte do cordão litoral, evoluindo para sul formando uma restinga, até atingir uma posição extrema. No entanto, com o intuito de proteger a praia a sul, efectuaram-se intervenções que induziram a transladação da embocadura desta lagoa para norte, tendo aí estabilizado nos últimos 10 anos.



Figura. 3.1.1 Vista aérea da Barrinha de Esmoriz. Fotos IGP/EPLR



Fig. 3.1.2 Esvaziamento da lagoa após abertura da barra



Fig. 3.1.3 Penetração das águas do mar na lagoa

Nos períodos de caudal fluvial elevado proveniente da bacia hidrográfica, as águas doces superficiais tendem a rasgar uma barra na praia, promovendo a comunicação directa com o mar. Outras vezes, esta comunicação ocorre com a abertura da barra induzida por acção antrópica, recorrendo a meios mecânicos para evitar inundações de zonas urbanas.

3.1.2 Hidrodinâmica

Esta lagoa costeira é dependente das linhas de água afluentes. As principais linhas de água afluentes são a ribeira de Rio Maior (ou ribeira de Paramos), afluente ao extremo norte, e a Vala de Maceda, afluente ao extremo sul. Estimou-se que os caudais ponta de cheia afluentes à lagoa, obtidos para períodos de retorno de 100 anos, são de aproximadamente 230m³/s.

Em regime natural, a lagoa acumula o caudal fluvial drenado pelas linhas de água até ao momento em que o plano de água interior ultrapassa a cota da barreira arenosa. Esta situação pode ocorrer quando a cota das águas na barrinha se situa entre as cotas 2.00m e 3,60m reportada ao nível médio das águas do mar (NMM). Nessas circunstâncias é rasgada uma barra escoando em poucas horas a quase totalidade da água acumulada na lagoa, a que se segue um período em que se verifica a penetração das águas do mar, inundando em períodos de equinócio e terminando com a colmatação da barreira pela acção construtiva da agitação marítima e dos ventos.

3.1.3 Demarcação da LMPAVE

Na ausência de outro qualquer referencial, o critério a utilizar para a demarcação da LMPAVE nesta lagoa, atendendo ao Despacho Normativo n.º 32/2008, seria coincidir com a curva de nível correspondente à cota 2.00m reportada ao nível médio das águas do mar (NMM). É expectável que a cota máxima do nível das águas ocorra na situação extrema de simultaneidade dos equinócios com as cheias fluviais (pelo menos para tempos de retorno de 100 anos). Note-se que o leito das águas do mar, bem como das demais águas sujeitas à influência das marés, é limitado pela linha da máxima preia-mar de águas vivas equinociais. Esta linha é definida, para cada local, em função do espraiamento das vagas em condições médias de agitação do mar, no primeiro caso, e em condições de cheias médias, no segundo. Atente-se ainda ao facto da baixa probabilidade de ocorrerem, em simultâneo estas condições naturais. Efectivamente, os caudais pluviais de cheia ocorrem com maior frequência durante os meses de Dezembro a Fevereiro, não coincidindo com os equinócios de Setembro e Março.

Para encontrar a linha definidora da LMPAVE, correspondente à situação de equilíbrio entre o plano de água ao largo e o plano de água no interior da lagoa, em situação de barra aberta, e tendo presente o nº 2 do artº 10º da Lei nº 54/2005, que refere que a LMPAVE deve ser definida em “...condições de cheias médias ...”, passa por ter presente os históricos dos registos cartográficos dos planos de água e pela identificação, no terreno, do limite da vegetação halófitas nos andares mais elevados do sapal. Assim, para a demarcação desta linha foram conjugados os seguintes dados:

- i) Considerar como referencial a curva de nível correspondente à cota 2,00m (NMM) (Despacho Normativo n.º 32/2008)

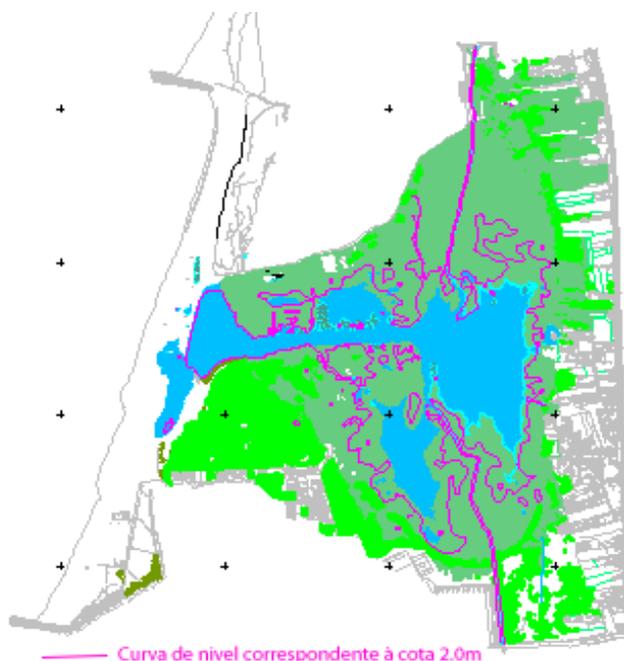


Fig. 3.1.4 Representação da Curva de nível correspondente á cota 2.00m. Imagem de levantamento topográfico efectuada em Agosto de 2010 – Polis da Ria de Aveiro

- ii) Considerar os registos cartográficos históricos. Estes permitem verificar a existência do canal de comunicação com o mar para sul. Existem relatos documentados que no início do século e até aos anos 70, este canal natural de comunicação com o mar estendia-se cerca de 1 km para Sul atravessando a praia de Esmoriz. Este canal foi mesmo um grande pólo de atracção turística da época, trazendo um grande número de visitantes a esta área;

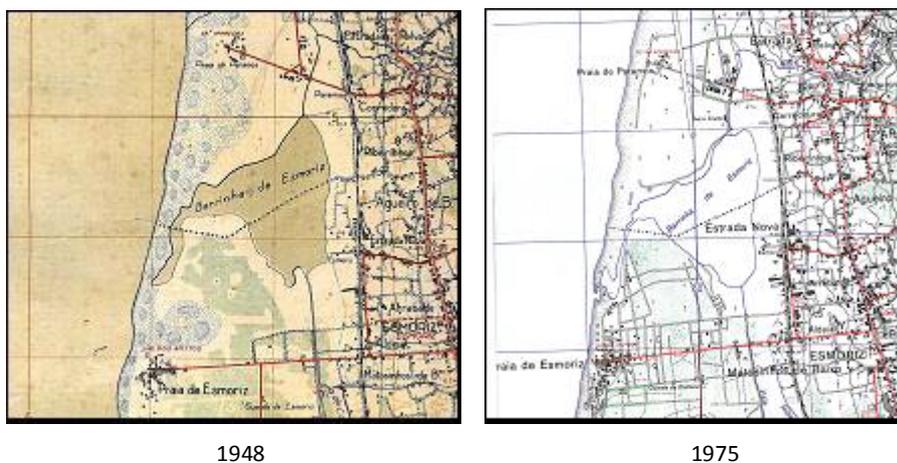


Fig. 3.1.5 Extractos de cartas militares 1/25 000, registos de campo de 1948 e 1975

- iii) Considerar o historial dos registos dos planos de águas



Fig. 3.1.6 Linhas dos planos de água -1958 com a barra fechada (verde) e em 1975 com a barra aberta (azul)

- iv) Ter presente o limite da colonização das biocenoses da vegetação halófitas que ocupam os andares mais elevados do sapal e as dunas ou taludes estáveis que servem de barreira à retenção das águas.



Fig. 3.1.7 Traçado da LMPAVE coincidente com o limite do sapal superior

Avaliados os dados expostos, verifica-se que a curva de nível correspondente à cota 2.00m, reportada ao nível médio do mar, se situa abaixo das linhas definidoras dos planos de água registados devido ao actual assoreamento desta lagoa e às cotas da barreira arenosa que, como já referido, oscilam entre os 2.0 e os 3.6m (NMM), pelo que fazer coincidir a LMPAVE com a cota 2.00m não se coaduna com o disposto na Lei n.º 54/2005. Na situação em que as águas do mar, com a barra aberta e nos períodos de equinócio, penetram na lagoa, misturam-se com as águas pluviais criando um equilíbrio entre o plano de água ao largo e o plano de água no interior que define a LMPAVE, que, por sua vez, coincide com o limite da vegetação no sapal adaptada à salinidade.

Assim, o critério a utilizar para a demarcação da LMPAVE, no caso desta lagoa costeira, é fazer coincidir esta linha com a base das dunas e taludes estáveis e, nas zonas de sapal, com o limite da vegetação halófitas que ocupam os andares mais elevados, conforme se ilustra nas figuras 3.1.8 e 9.



Fig. 3.1.8 Exemplo ilustrativo do limite do leito coincidente com a base das dunas e taludes estáveis

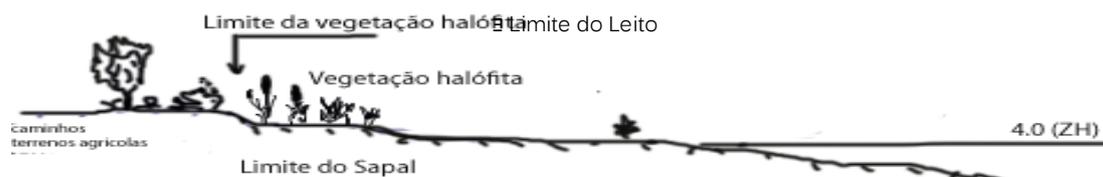


Fig. 3.1.9 Exemplo ilustrativo do limite do leito coincidente com o limite da vegetação halófitas em sapal alto



Fig. 3.1.10 Traçado da LMPAVE na Barrinha de Esmoriz tendo por base os critérios definidos.

Imagem Outubro 2006, Google Earth

3.1.4 Demarcação da margem

Conhecido o traçado da LMPAVE, a demarcação do limite da margem é imediata e corresponde à linha que dista 30m da primeira (uma vez que esta lagoa não está sob jurisdição da autoridade marítima, nem da autoridade portuária), conforme ilustra na figura 3.1.11, articulando-se, com a linha limite da margem das águas do mar cuja demarcação obedece ao Despacho n.º 12/2010/INAG.



Fig. 3.1.11 – Traçado da linha limite da margem na Barrinha de Esmoriz – Imagem Outubro 2006, Google Earth

3.2. Sistema lagunar da Ria de Aveiro

3.2.1 Introdução

A Ria de Aveiro é uma laguna costeira de águas pouco profundas, situada a Noroeste na costa portuguesa (40°38'N, 8°45'W), ligada ao Oceano Atlântico através de uma única embocadura e com uma rede de canais de maré permanentemente ligados, que se têm modificado ao longo do tempo, conforme se visualiza na figura 3.2.1.



Fig. 3.2.1 Evolução do estuário da Ria de Aveiro. Adaptado da publicação *Estuários Portugueses*, INAG, 2003.

Nesta laguna desaguam diversas linhas de água, das quais se destacam os rios Vouga, Antuã e Boco, e uma zona terminal de esteiros com canais estreitos e de baixas profundidades que circundam inúmeras ilhas e ilhotas. A ligação ao mar é estabelecida através de uma barra existente no cordão litoral.

Tem uma área variável entre 83 km² (na preamar) e 66 km² (na baixa-mar), uma largura máxima de 8.5 km na sua zona central, um comprimento de 45 km e uma profundidade média relativamente ao zero hidrográfico de aproximadamente 1 m. As profundidades máximas (cerca de 30 m) são observadas no canal da embocadura. São também observadas profundidades elevadas nos canais de navegação, que são mantidos artificialmente através da realização de dragagens de manutenção (Dias e Lopes, 2006).

3.2.2 Hidrodinâmica

As principais acções forçadoras da dinâmica da Ria de Aveiro são: a maré oceânica, que se propaga de Sul para Norte ao longo da costa Oeste de Portugal, penetrando na laguna através do canal de embocadura e fazendo sentir os seus efeitos mesmo na extremidade montante dos vários canais; o caudal dos rios Vouga (desagua no Canal do Espinheiro), Antuã (desagua na bacia no Laranjo), Boco (desagua no Canal de Ílhavo), Caster, Gonde e Fontela (desaguam no Canal de S. Jacinto) e de diversos ribeiros e cursos de água que desaguam na extremidade montante do Canal de Mira.

3.2.2.1 Massa de água salgada

Na Ria de Aveiro, a circulação geral é dominada pela maré. As ondas locais de maré sofrem reduções de amplitude, atrasos e deformações acentuadas à medida que a maré avança para o interior da laguna. Os atrasos em baixa-mar são mais acentuados, excedendo as 5 horas nas cabeceiras Norte e Sul da laguna. A amplitude reduz-se gradualmente para montante, correspondendo as maiores taxas de variação às zonas dos canais em que se dá maior concentração do escoamento, com ocorrência de maiores velocidades.

Na proximidade da barra, a propagação das marés é rápida, atingindo cerca de $7,3 \text{ m.s}^{-1}$ no canal principal de Aveiro. À medida que aumenta a distância à entrada, a velocidade de propagação da maré abranda consideravelmente, dando origem a uma inversão de maré entre a barra e os extremos dos braços mais interiores (Borrego *et al*, 1994). A velocidade máxima verifica-se nos canais mais estreitos e profundos, sendo cerca de 1 m.s^{-1} , diminuindo à medida que se aproxima o extremo do canal, mas nunca se anula.

Um contributo importante para a renovação da água na laguna é a diferença entre os padrões de corrente de enchente e vazante, já que uma parte importante dos volumes expulsos na vazante não volta a afluir à embocadura na enchente (Vicente, 1985).

A tensão do vento é outro fenómeno que também influencia a circulação geral da laguna e tem influência nas zonas mais largas e mais baixas da Ria, onde a velocidade devida à maré é pequena, provocando um aumento da velocidade da corrente nestes locais.

A água salgada que entra durante a enchente na direcção de montante mistura-se com a água doce de origem fluvial por processos de rebentação das ondas internas e turbulência de pequena escala. Os volumes e caudais de água do mar que entram na laguna para várias amplitudes e tipos de maré, são

apresentados na Tabela 3.2.1

Maré		Volume de água (10 ⁶ m ³)	Caudal (m ³ .s ⁻¹)
Tipo	Amplitude (m)		
Morta	1,0	25	1700
Viva frequente	2,5	60	4000
Viva extrema	3,0	90	6000

Tabela 3.2.1 Volume e caudal de água marinha que penetra na Ria de Aveiro em cada maré.
Fonte: adaptado de Borrego *et al.*, 1994 e GRIA, 1990

A massa de água salgada que entra na laguna é distribuída de forma muito variada pelos canais: 20% (canal de Mira), 80% dividido em partes iguais pelos canais de S. Jacinto/Ovar e da Cidade, que, por sua vez, se distribuem pelos canais do Espinheiro (25%) e da Cidade (15%) para se repartirem a montante em partes aproximadamente iguais na bifurcação do canal de Ílhavo.

3.2.2.2 Massa de água doce

O caudal fluvial médio afluente à Ria é de 40 m³.s⁻¹, ao qual corresponde um volume de 1.8 x 10⁶ m³. O sistema hidrográfico da Ria de Aveiro é dominado pelo Vouga, que debita na laguna um fluxo médio anual de 25 m³.s⁻¹. O rio Antuã apresenta um fluxo médio anual de apenas 2 m³.s⁻¹. Os outros cursos de água que desaguam nesta laguna têm reduzida dimensão, quer em comprimento, quer em caudal. Durante a época das chuvas o fluxo de água doce pode atingir valores na ordem dos 820 m³.s⁻¹ (Borrego *et al.*, 1994).

3.2.2.3 Comparação de caudais

A comparação entre os caudais fluviais e os de maré permite constatar que para o funcionamento hidráulico global da Ria, a maré é o factor com maior importância (GRIA, 1990). Os caudais fluviais apenas adquirem algum significado para o funcionamento hidráulico global nos períodos de cheias (Borrego *et al.*, 1994). Assim, pode considerar-se a influência dos caudais fluviais desprezável, face ao prisma de maré viva na embocadura que ronda os 60 x 10⁶ m³, atingindo os 90 x 10⁶ m³ numa maré viva extrema.

Conclui-se, pois, que o limite do leito nesta laguna é influenciado essencialmente pela maré de águas vivas equinociais.

3.2.3 Demarcação da LMPAVE

No Despacho Normativo n.º 32/2008 ficaram definidas linhas de referência para a materialização da LMPAVE segundo curvas de nível correspondentes a determinada cota. Conforme determinado no ponto 1 dos *Elementos para a elaboração da planta de delimitação*, a LMPAVE é, em regra, materializada pela curva de nível correspondente à cota 2,00m em zonas abrigadas que não sofram influência significativa da agitação marítima, nomeadamente no interior de rios, estuários e portos, acrescentando o ponto 2 que *o critério de materialização da LMPAVE, definido no ponto 1, pode ser alterado em função da observação das condições específicas de cada local* (opção a justificar em acta pela comissão de delimitação).

Assim, para a demarcação da linha da máxima preia-mar de águas vivas equinociais, na laguna da Ria de Aveiro, foi tida em conta a referência altimétrica dos 2m (NMM). No entanto, neste ambiente lagunar, associar a LMPAVE apenas a uma cota de referência, acarreta imprecisões localizadas, pelo que, há necessidade de olhar para o problema de forma mais abrangente, tendo em mente o espírito e os objectivos da Lei nº 54/2005. Assim, procurou-se conjugar a informação altimétrica com a observação directa das condicionantes fisiográficas e com a cartografia das biocenoses das plantas halófitas que ocupam os andares mais elevados dos sapais.

3.2.3.1 Informação altimétrica – Cota de referência

Numa primeira aproximação, definiu-se a curva de nível correspondente à cota 2.00m (NMM) e em alguns troços da laguna constatou-se, de imediato, um evidente afastamento desta linha da linha correspondente ao limite do leito da Ria, afastamento esse que se torna bastante significativo à medida que aumenta a distância à zona portuária, conforme pode ser visualizado na figura 3.2.2, que ilustra o afastamento da linha correspondente à cota 2.00 ao limite do leito, em troços do canal de S. Jacinto.

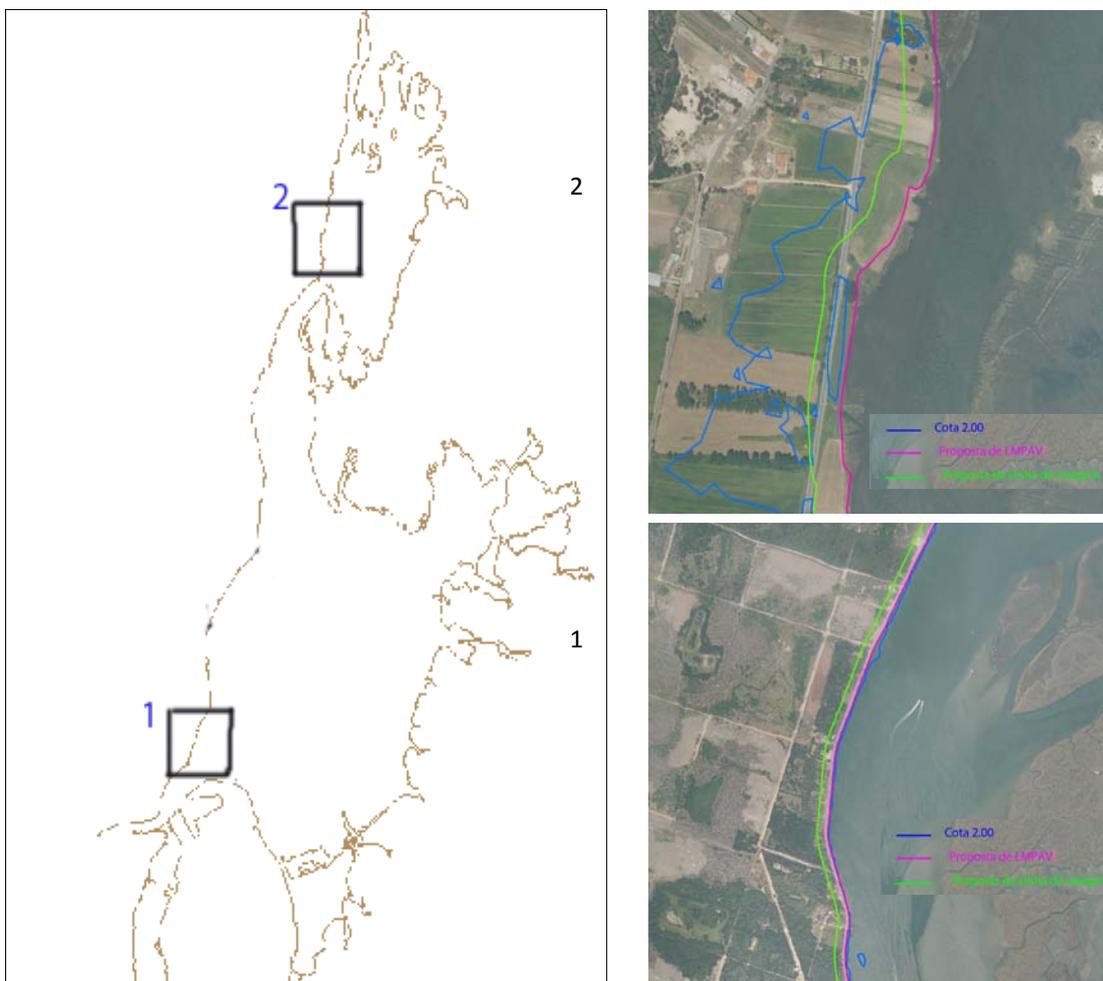


Fig. 3.2.2 Desenvolvimento da linha correspondente à cota 2.00 m (NMM) no Canal de S.Jacinto

Esta laguna reúne as condições favoráveis para o desenvolvimento de acentuados desfasamentos da maré. Como já referido, o amortecimento da propagação da maré ocorre devido à perda de amplitude decorrente do atrito lateral, dos ressaltos no leito e do efeito de convergência das margens e de outros fenómenos (ventos, assoreamento e ramificação dos canais, etc.). Efectivamente, a amplitude de maré decresce à medida que a distância à barra aumenta, decrescendo a cota da PMAV suavemente para montante com uma variação máxima de cerca de 0,5m, como se verifica na figura 3.2.3 que representa a variação altimétrica dos planos notáveis de maré nesta laguna.

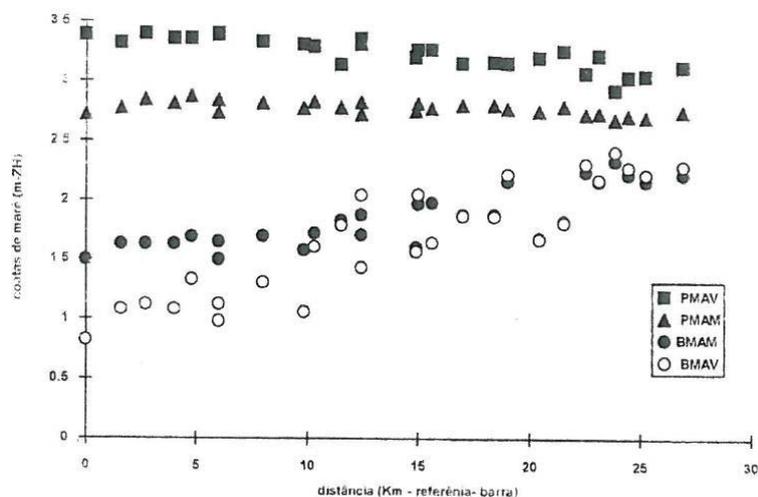


Fig. 3.2.3 Variação altimétrica dos planos notáveis de maré na Ria de Aveiro - Extraído de Teixeira, 1994

Mais rigorosamente, e pela leitura de registos de marégrafos, verificam-se desníveis de maré entre estações da Barra de Aveiro, que podem ser visualizados no quadro extraído do Boletim NAVEGAR 2009 do Porto de Aveiro, figura 3.2.4.

ESTAÇÃO	DESNÍVEIS (cm)				RELAÇÕES	
	PMAV	PMAM	BMAM	BMAV	AV	AM
Barra de Aveiro (Referência)	0	0	0	0	1.	1.
Canal da Vila						
Ponte Cais 22	-9	+2	+8	+19	.89	.95
Ponte Cais 2	-5	+6	+9	+23	.89	.98
Lota Velha	-12	0	+7	+21	.87	.94
Esgueira	-19	+5	-	-	-	-
Canal de Mira						
Costa Nova	4	+2	0	+14	.96	1.01
Vagueira	0	+1	+38	+120	.53	.71
Areão	-	-	-	-	.06	.04
Canais de S. Jacinto e Ovar						
São Jacinto	-5	+5	+8	+23	.89	.98
Terminal Sul	-13	-2	+8	+18	.88	.92
Miradouro	-9	+8	+14	+64	.79	.95
Moranzel	-16	+4	+17	+72	.66	.89
Torreira	-18	+2	+42	+116	.48	.68
Varela	-34	-6	+57	+129	.36	.49
Puxadouro	-45	-12	+63	+135	.30	.40
Pardilhó	-42	-11	+65	+138	.30	.39
Ovar	-44	-13	+57	+129	.32	.43
Carregal	-36	-8	+63	+136	.33	.43
Manchão	-56	-15	+74	+148	.20	.28
Rio Vouga						
Parrachil	-6	+9	+20	+48	.79	.90
Rio Novo	-8	+10	+21	+60	.73	.90
Cacia	-12	+5	+48	+81	.64	.64
Canal de Ílhavo						
Vista Alegre	-29	+1	+32	+94	.52	.75
Cais da Pedra	-28	+3	+37	+102	.49	.73
Boco	-27	+3	+37	+101	.50	.73
Bacia do Laranjo						
Cais do Bico	-23	-1	+10	+74	.63	.91
Vala Rainha	-23	-1	+18	+84	.59	.85
Estarreja	-23	+1	-	-	-	-
Salreu	-17	+3	+32	+98	.56	.77
Canetas	-21	-3	+66	+134	.40	.45

Fig. 3.2.4 Quadro extraído do Boletim NAVEGAR 2009 do Porto de Aveiro (Dados do Instituto Hidrográfico)

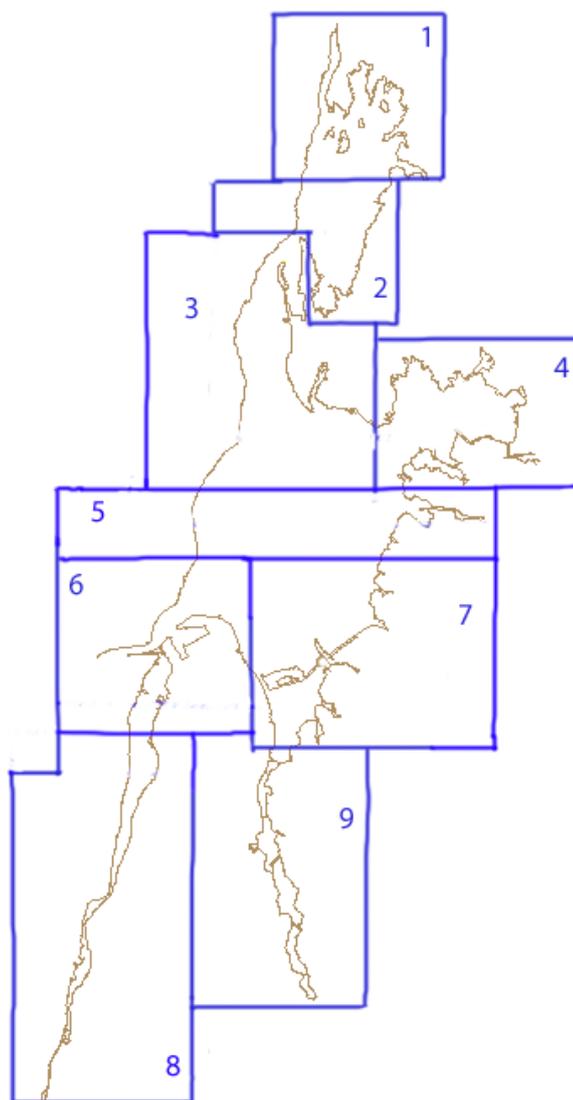


Fig. 3.2.5 Intervalos de valores de cota da PMAV repartidos por blocos - Laguna de Aveiro. Área 1 e 2 [1.48, 1.66]; Área 3 [1.66, 1.88]; Área 4 [1.77, 1.88]; Área 5 [1.88, 1.96]; Área 6 [1.96, 2.05]; Área 7 [1.81, 1.96]; Área 8 [1.70, 2.00]; Área 9 [1.65, 1.85].

Assim, pelos valores de cota da PMAV referidos, tomou-se como primeira referencia para a marcação da LMPAVE, os valores da PMAV, que se situam nesta laguna, entre as cotas 2.05m (NMM), na envolvente da embocadura da Barra de Aveiro, e a cota de 1.48m (NMM), no extremo do braço mais interior no Canal de S. Jacinto e Ovar.

3.2.3.2 Em zona de sapal

A Ria de Aveiro tem uma geometria bastante complexa, caracterizada pela presença de sapais, marinhas de sal e canais meandrizados de dimensão muito reduzida. As áreas de sapal marginam uma grande parte dos canais, cobrindo muitas das pequenas ilhas da Ria.

No sapal médio a alto, em locais onde o período de falta de água é mais prolongado, ou onde existe uma pequena microelevação no terreno, ocorre uma vegetação característica, devido à diminuição da salinidade, como o Junco-das-esteiras (*Juncus maritimus*), prados de *Spartina marítima*. Com o aumento da proporção de água doce, ocorrem com maior frequência plantas da família Cyperaceae, como o *Scirpus pungens* e *Scirpus lacustris lacustris* (Bunho). Onde predomina a água doce, surge o caniçal, com predomínio do caniço (*Phragmites australis*), podendo surgir outras espécies dispersas como o Bunho e as Tábuas (*Typha latifolia* e *Typha angustifolia*).



Fig. 3.2.6 Vegetação halófito na Ria de Aveiro (1.*Juncus maritimus*, 2.*Spartina marítima*, 3.*Scirpus maritimus*)



Fig. 3.2.7 Sapal na Ria em baixa-mar e preia-mar, com vegetação halófitas visível

A identificação no terreno do limite da colonização das biocenoses da vegetação halófitas poderá ser efectuada através da zonação vegetativa nos andares mais elevados dos sapais, conforme representado na figura 3.2.8.

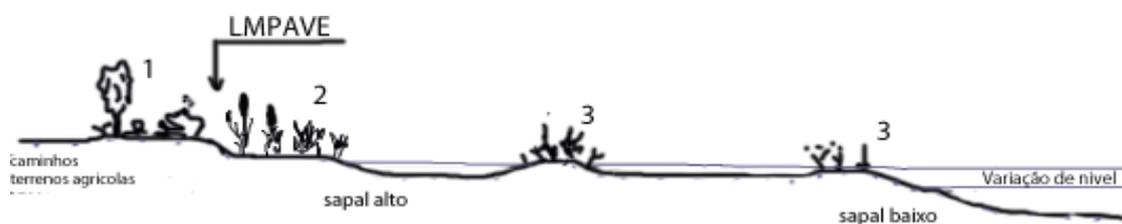


Fig. 3.2.8 Perfil do sapal em ambiente lagunar - Zonação da vegetação e identificação da LMPAVE. 1. Vegetação arbustiva não halófitas; 2. Matos halófitas de espécies perenes; 3. Comunidades halófitas de transição (*Juncus maritimus*, *Spartina marítima*, *Scirpus marítimus*.)

Em zona de sapal, o critério de marcação da LMPAVE deve coincidir com o limite da colonização das biocenoses da vegetação halófitas que ocupam os andares mais elevados do sapal. Este limite, não pode estar a uma cota inferior à cota da PMAV para o local em análise.

As figuras 3.2.9 e 3.2.10 ilustram o traçado da linha de máxima preia-mar de águas vivas equinociais coincidente com o limite da vegetação halófitas.



Fig. 3.2.9 Demarcação da LMPAVE pelo limite da vegetação halófitas – Póvoa do Paço



Fig. 3.2.10 Demarcação da LMPAVE pelo limite da vegetação halófitas – Matadouços

A título representativo, a figura 2.3.11 ilustra, para uma zona de sapal no Canal do Ovar, ao largo da Povoação de Marinha das Ondas, o traçado da LMPAVE utilizando o critério de demarcação pelo limite

da vegetação halófitas e a linha correspondente à cota 2.00m (NMM), estimada com base em cartografia 1/5.000. Visualiza-se bem a diferença entre este critério e a situação de referência considerada no Despacho Normativo n.º 32/2008 (2m (NMM) para Portugal Continental – zonas abrigadas que não sofram influência significativa da agitação marítima, nomeadamente no interior de rios, estuários e portos).



Fig. 3.2.11 Demarcação da LMPAVE pelo limite da vegetação halófitas e linha correspondente à cota 2.00m (Cota extraída de levantamento aéreo fotográfico à escala 1/5000 a pós produção de modelo digital do terreno)

3.2.3.3 Estabelecimentos de aquicultura e salinas

Estes estabelecimentos correspondem a utilizações do leito da Ria. Resultam da construção de taludes artificiais e/ou artificializados que delimitam a/as parcelas do espelho de água que compõem cada estabelecimento e podem estar inseridos totalmente no leito da Ria ou localizar-se junto às suas margens.

No caso dos estabelecimentos inseridos totalmente no leito da Ria, não há lugar à identificação da LMPAVE pois que toda a área do estabelecimento corresponde a leito. Nesta situação, os taludes marginais e usos sobre os mesmos existentes são considerados ocupações/utilizações do leito.

No caso dos estabelecimentos adjacentes às margens da Ria, há lugar à identificação da linha limite do leito a qual corresponde à crista do talude junto à margem da Ria, como se indica no ponto seguinte.



Fig. 3.2.12 Vista área de Aquiculturas ocupando o leito da Ria de Aveiro - S .Jacinto, em maré viva – Foto
AMLopes 1997

3.2.3.4 Taludes marginais artificializados

A construção de taludes artificializados que implicam a execução de aterros adjacentes à margem da Ria e em que a cota do coroamento desses taludes é superior à cota de referência, deduzida da análise hidrodinâmica e da cota dos planos de água notáveis registados, ocasiona o recuo das águas, reposicionando a LMPAVE sobre a face do novo talude e estabelecendo uma nova linha limite do leito pela cota de coroamento do mesmo.

Esse recuo das águas corresponde a uma conquista ao leito dominial que se reflecte na margem da Ria nos exactos termos do artigo 13.º da Lei n.º 54/2005: constituição, a partir da nova linha limite do leito, de nova margem (margem actual) com a largura de 50 metros (ou, se for o caso, até onde existir natureza de praia) e passagem ao domínio privado do Estado da faixa remanescente da margem antiga, conforme ilustra a Fig. 3.2.13.

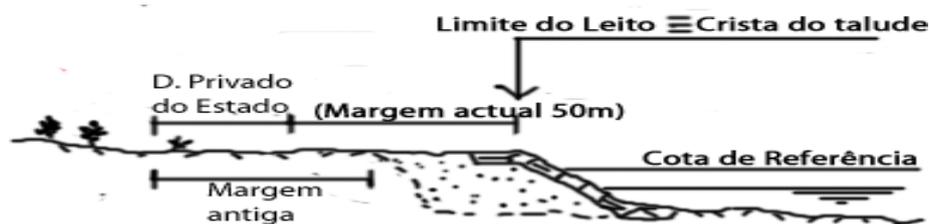


Fig. 3.2.13 Taludes artificializados, em aterro – Limite do leito

Nas situações de reperfilamento das margens em que a construção de taludes artificializados não implica a execução de aterros, pode assumir-se que as estruturas construídas integram os taludes existentes. Consequentemente, o recuo das águas considera-se desprezível pelo que, quando a cota do coroamento desses taludes é superior à cota de referência deduzida da análise hidrodinâmica e da cota dos planos de água notáveis registados, a LMPAVE situa-se sobre a face da nova estrutura e o limite do leito corresponde à crista do coroamento da mesma, conforme Fig. 3.2.14.

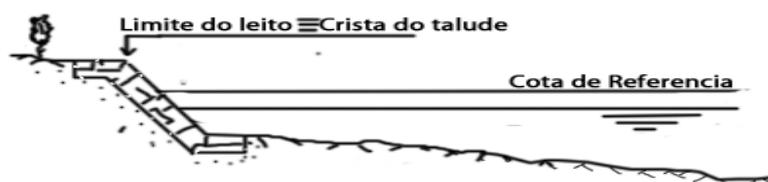


Fig. 3.2.14 Taludes artificializados, sem aterro - Limite do Leito

A figura 3.2.15 representa o traçado da LMPAVE na Ria na Costa Nova do Prado, em Ílhavo, que espelha as duas situações acima enunciadas (execução de aterro na zona a sul)..



Fig. 3.2.15 Representação da LMPAVE na Costa Nova do Prado. Foto IGP/EPRL

Marinas e portos de pesca

Na Ria de Aveiro existem infraestruturas de apoio à actividade náutica de recreio e da pesca, que incluem as marinas e os portos de pesca, que estão representados na figura 3.2.16.

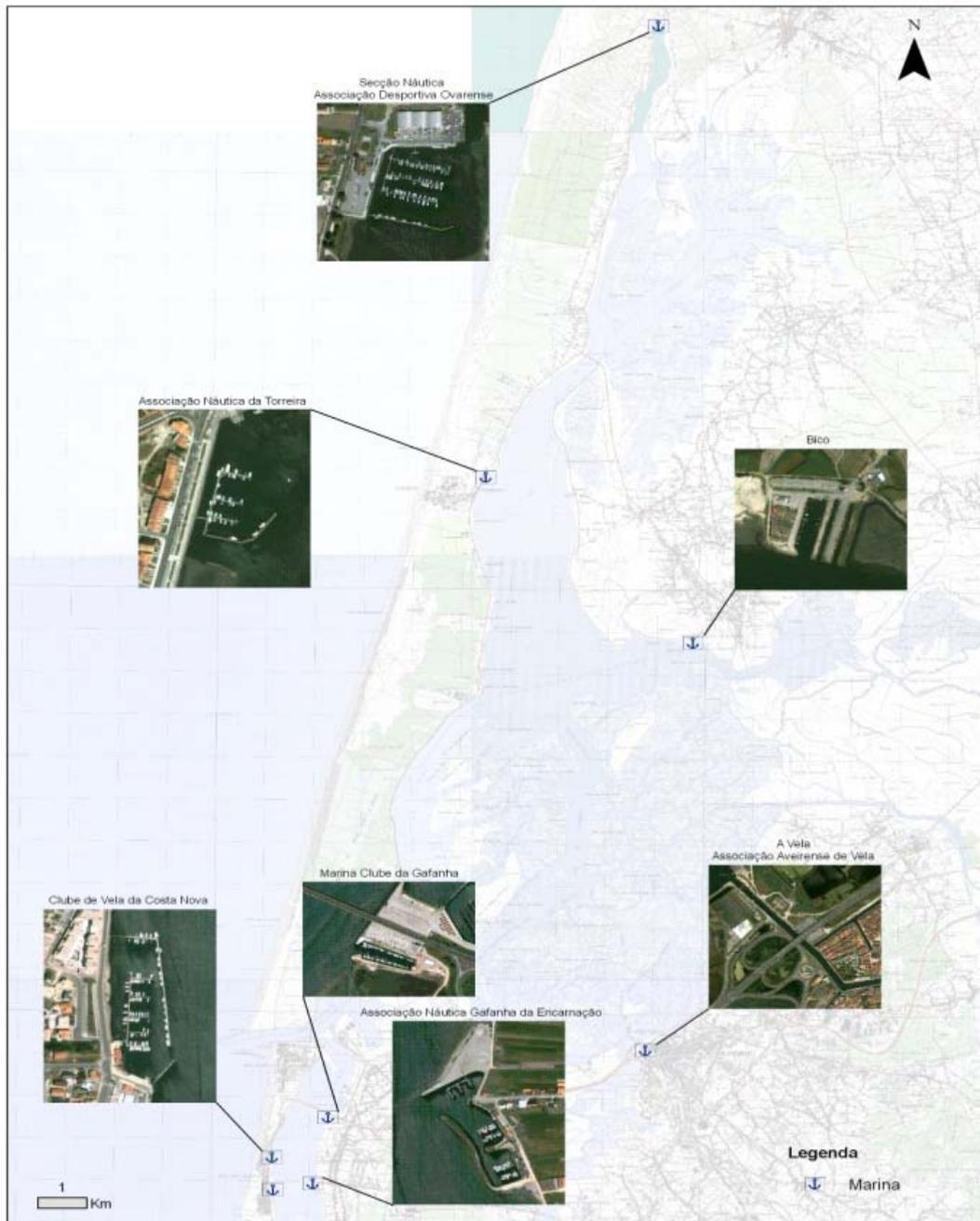


Fig. 3.2.16 Marinas e portos de pesca na Ria de Aveiro

A construção deste tipo de infra-estruturas é relativamente recente e, em consequência dos terraplenos e aterros executados, conquistando o leito dominial, regista-se alteração do limite do leito da Ria nesses locais que implica também alteração na margem.

Nestes locais, a LMPAVE actual é marcada pelo actual limite do leito, mas deve, sempre que possível, ser também identificada a LMPAVE anterior à construção dos aterros e das estruturas destas marinas e cais de modo a determinar tanto a margem actual, que integra o domínio público do Estado, como a margem antiga, que, por efeito do recuo das águas operado pelas obras executadas, passou a estar inserido no domínio privado do Estado (ou no domínio público portuário, nas áreas de jurisdição portuária) subordinado ao regime estabelecido no n.º 4 do artigo 86º do Decreto Lei n.º 226-A/2007.

A Fig 3.2.17 ilustra esta situação: antes e depois das obras



Fig. 3.2.17 Exemplo de demarcação da LMPAVE pelo actual limite do leito - Marina da Gafanha da Encarnação

Estruturas portuárias

As estruturas portuárias do Porto de Aveiro, nas imediações da barra desta laguna são estruturas duradouras, sendo a LMPAVE coincidente com o limite do leito definido pelas estruturas que actualmente limitam o plano de água. Todavia, nas zonas intervencionadas com recuo das águas, tal como mencionado quanto às marinas e portos de pesca, haverá que considerar a margem actual (do domínio público do Estado) e a margem antiga subordinada ao regime estabelecido no n.º 4 do artigo 86º do Decreto Lei n.º 226-A/2007, mas que, por ser área de jurisdição portuária, integra, ainda, o domínio público portuário.

Quando não existam estruturas de contenção, a LMPAVE é identificada pela curva de nível correspondente à cota 2.0m reportada ao nível médio do mar.



Fig. 3.2.18 – Limite do leito em zona das estruturas portuárias coincidente com o traçado da LMPAVE

3.2.3.7 Taludes marginais naturais

Em taludes naturais estáveis, com a cota da crista superior à cota máxima de referência e com bancos de areal formados pela ondulação, a LMPAVE coincide com a linha formada no talude pela cota de referência, conforme se ilustra na figura 3.2.19 a). Nas situações em que a cota de referência se localiza no areal a LMPAVE deve coincidir com a linha desenhada no terreno pela cota máxima de referência coincidente com o limite do leito, conforme ilustrado na figura 3.2.19 b).

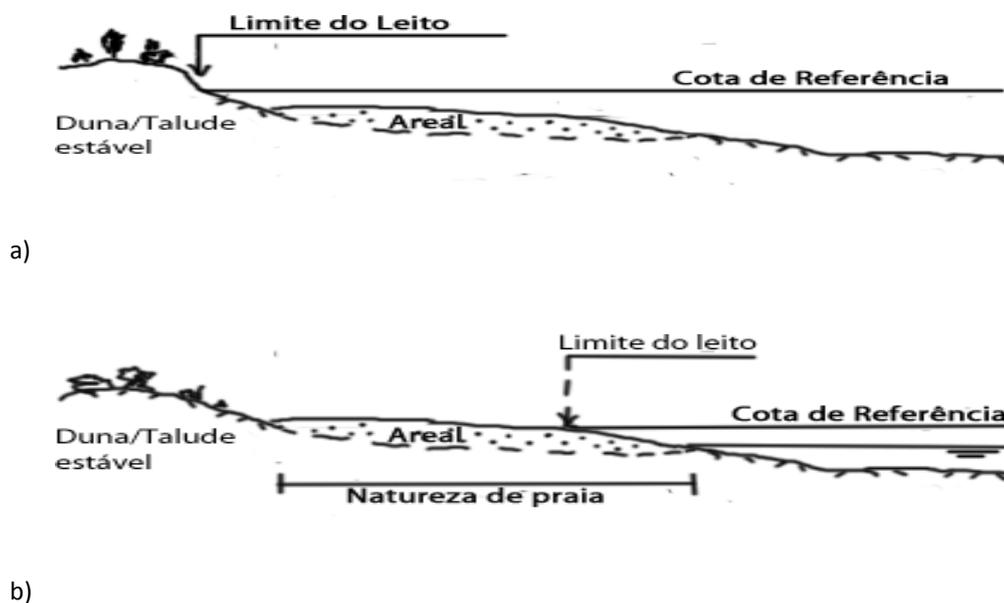


Fig. 3.2.19 Limite do Leito em taludes naturais estáveis com areal

3.2.4 Demarcação da Margem

Conhecido o traçado da LMPAVE, a demarcação da linha limite da margem nas águas de transição é imediata e corresponde, nas áreas de jurisdição das autoridades marítima e portuária, à linha que dista 50m da primeira.

A montante da jurisdição da autoridade marítima, nos troços navegáveis ou flutuáveis, a linha limite da margem dista 30 metros da linha limite do leito e esta, nos termos do artigo 11º da Lei nº 54/2005, corresponde à LMPAVE, nos troços ainda sujeitos à influência da maré, e à aresta ou crista do talude marginal, nos restantes troços.



Fig. 3.2.20 - Margens com 50m (limite de jurisdição da Autoridade Marítima) e 30m de largura no Rio Vouga, em Cacia - Ortofotomapa 2005

Em planta, a extensão da margem é definida pela linha limite da margem materializada pelo traçado das tangentes de circunferência com o centro na LMPAVE (BUFFER) e raio de 50m ou 30m, conforme o caso, situação que ilustra a figura 3.2.21.



Fig. 3.2.21 Linha limite da margem gerada por BUFFER (raio de 50 m ou 30m e centro sobre a LMPAVE)

Nos pontos anteriores foram apresentados e discutidos os critérios que suportaram a definição da LMPAVE no sistema lagunar da Ria de Aveiro. Na demarcação da margem devem ser tidas em conta as considerações anteriores, o contexto morfológico, bem como as especificidades físicas do terreno, sendo exemplo as praias estuarinas.

O artigo 11º da Lei n.º 54/2005, ao definir a noção de margem e sua largura, estabelece, no n.º 5, que, quando exista natureza de praia em extensão superior à estabelecida nos números anteriores, a margem estende-se até onde o terreno apresentar tal natureza. Assim, e seguindo o critério definido no Despacho n.º 12/2010 para praias marítimas, também nas praias estuarinas o critério de demarcação da margem faz coincidir a linha limite da margem pelo limite da zona de areal (na base da duna, se existir, ou de barreira que defina a zona de areal).

Exemplo desta situação na Ria de Aveiro é a Praia de Monte Branco, conforme ilustra a figura 3.2.22.



Fig. 3.2.22 Praia estuarina de Monte Branco – Largura da margem em zona com natureza de praia (em extensão superior a 50m)

3.3 Estuário do Rio Mondego

3.3.1 Introdução

O estuário do Mondego tem uma área de 3.4 km², uma profundidade média de cerca de 2 metros e uma profundidade típica de cerca de 4m, nas zonas subtidais. A deposição de sedimentos na zona de jusante levou à formação da ilha da Murraceira que individualiza dois braços – braço Norte e braço Sul. O braço Norte, com profundidades máximas de 10 m, é o mais profundo e mais dinâmico. O Canal Sul está particularmente assoreado nas zonas de montante.

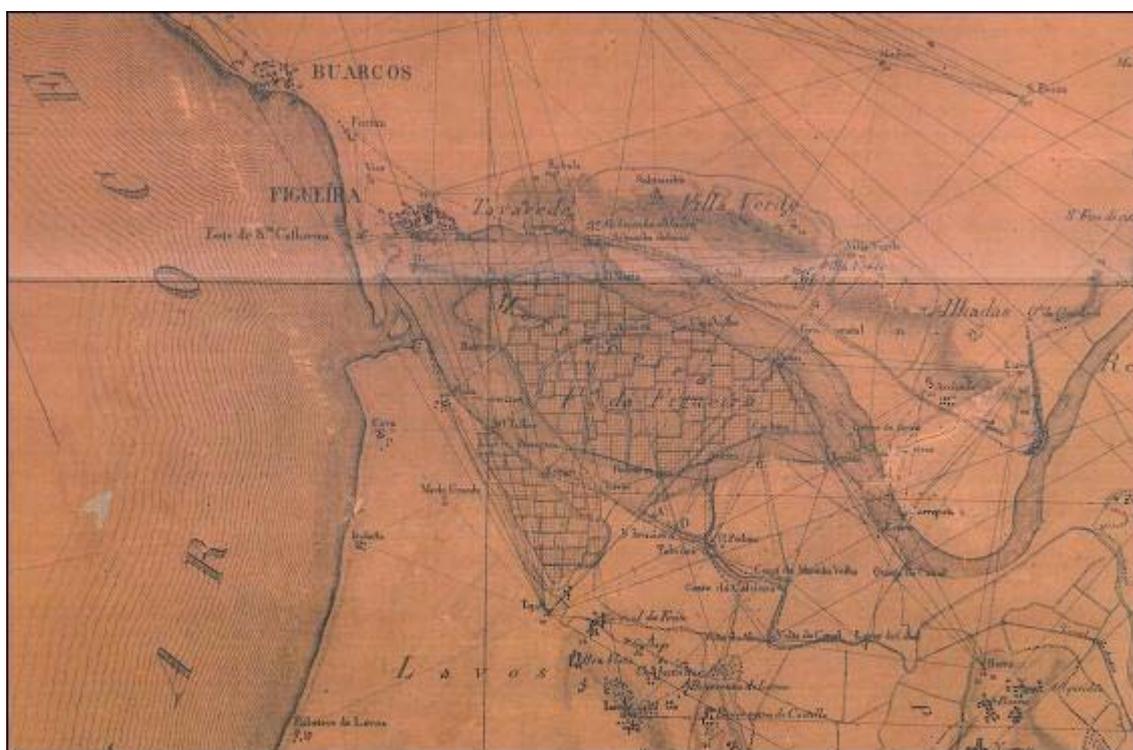


Fig. 3.3.1 - Extracto da planta dos “Campos inundados pelas máximas cheias do Mondego” Brig. Grad. Dir. Ger. dos Trab. Geod. Chorog. e Hydrot. do Reino de 1858. Arquivo da ARH Centro I.P.

3.3.2 Hidrodinâmica

Os regimes hidrodinâmicos dos dois braços do estuário são completamente distintos. Enquanto que a hidrodinâmica do braço norte é influenciada pela acção conjunta do caudal fluvial e da maré, a circulação no braço sul é fundamentalmente condicionada pelo regime de marés, apresentando um comportamento muito semelhante ao de uma lagoa costeira (Martins *et al.*, 2001). Tratando-se de um braço estuarino pouco profundo, a hidrodinâmica do braço sul é fortemente influenciada pela batimetria, acção da maré e pelo escoamento (sazonal e intermitente) do rio Pranto.

Como consequência destas diferenças morfológicas, a propagação da maré é muito diferente nos dois canais, atingindo níveis de cerca de 5 metros em preia-mar no canal norte, enquanto no canal sul não ultrapassa os 4 metros (reportado ao zero hidrográfico) (Marques, 1990). O nível da maré na embocadura tem uma variação idêntica à de outros estuários portugueses, variando entre 0.35 e 3.3 metros, com uma semi-amplitude média da ordem de 1 metro. Na figura 3.3.2 estão representados os níveis de maré registados em Junho de 1989.

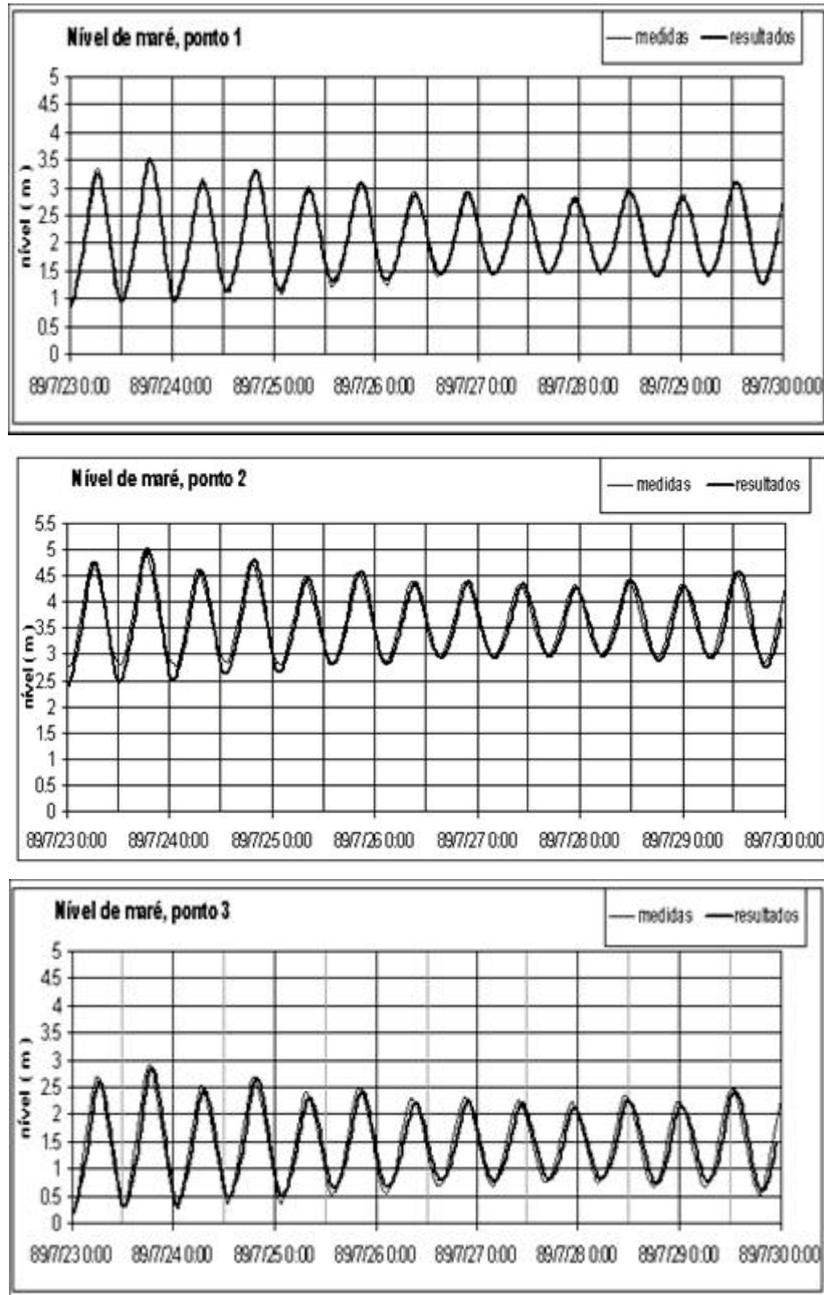


Fig. 3.3.2 - Níveis de maré no braço Sul (1), braço Norte (2) e embocadura do estuário (3) – Adaptada de maretec.mohid.com

O caudal médio do rio Mondego afluente ao estuário é de cerca de $79 \text{ m}^3/\text{s}$. Em anos húmidos, o caudal médio pode ultrapassar os $140 \text{ m}^3/\text{s}$.

3.3.3 Demarcação da LMPAVE

Para a demarcação da LMPAVE neste estuário devem ter-se presentes as diferenças nos regimes hidrodinâmicos registadas nos dois braços, uma vez que são registados níveis de maré com diferenças de 1 metro. Materializar a LMPAVE, neste estuário, considerando como referência as curvas de nível correspondentes à cota 2.0m (reportada ao nível médio das águas do mar), desvirtuaria a realidade. Ao contrário da laguna da Ria de Aveiro, em que a LMPAVE não ultrapassa a curva de nível correspondente à cota 2.0m (NMM) em toda a laguna, no Estuário do Mondego esta linha localiza-se acima dessa cota de referência, nomeadamente no braço Norte.

Para a demarcação da LMPAVE foi tomada como referencia a cota 3.0 (NMM), no braço norte, e a cota 2.0m (NMM), no braço sul e restante estuário, conjugando este critério com a observação directa dos taludes marginais que definem o plano de água.

3.3.3.1 Em zona de taludes marginais artificializados

Em zona de taludes marginais artificializados sobre os quais se situa a LMPAVE a linha limite do leito coincide com a crista destes taludes quando esta se situa a uma cota superior à cota de referencia (3.00 metros (NMM) no braço norte e 2.00m (NMM) no restante estuário).

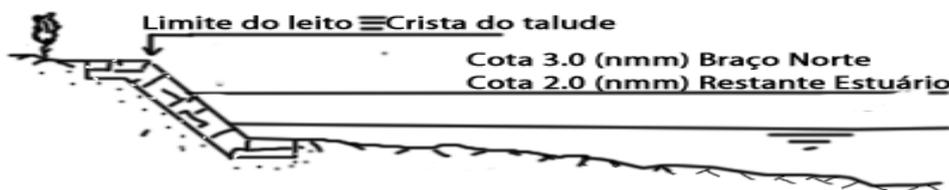


Fig. 3.3.3 Marcação da LMPAVE nos taludes artificializados no braço norte e restante estuário coincidente e do limite do leito definido pela crista do talude

3.3.3.2 Em zona de estabelecimentos de aquículas e salinas

No caso dos estabelecimentos inseridos totalmente no leito, não há lugar à identificação da LMPAVE pois que toda a área do estabelecimento corresponde a leito. Nesta situação, os taludes marginais e usos sobre os mesmos existentes são considerados ocupações/utilizações do leito.



Fig. 3.3.4 Vista área da zona estuarina do Rio Mondego, sendo perceptível a área inundável – Foto Pedro P. Cunha

No caso dos estabelecimentos adjacentes às margens, há lugar à identificação da linha limite do leito. Para determinar o limite da LMPAVE, deve ser avaliada até onde existe influência da maré, que é conduzida pelo labirinto de canais que envolvem estes estabelecimentos, e posteriormente definir o plano inundável. A figura 3.3.5 representa a rede de canais que conduzem as águas sobre a influência da maré numa zona de pisciculturas a sul do braço sul, e a figura 3.3.6 representa a área inundável pelas águas salobras que permite definir a LMPAVE.



Fig. 3.3.5 Rede de canais que conduzem as águas sob a influencia da maré



Fig. 3.3.6 Representação da demarcação LMPAVE pelo limite do plano inundável



Fig. 3.3.7 Representação da demarcação da LMPAVE no estuário, considerando os critérios definidos -
Ortofotomapa 2007

Segundo Cunha e Dinis (2001), em situação de caudais de estiagem e em maré viva, a propagação da maré faz-se sentir até à zona de Montemor-o-Velho (24 km para montante da embocadura). No entanto dada a existência do açude a montante da ponte de Formoselha, considera que a influência da maré não tenha efeitos mais a montante.



Fig. 3.3.7 Limite da influencia da maré no Rio Mondego – Ortofotomapa 2005,
Açude de Formoselha - Foto Carlos Ramos

3.3.4 Demarcação do limite da margem

Conhecido o traçado da LMPAVE, a demarcação da linha limite da margem nas águas de transição é imediata e corresponde, em regra, à linha que dista 50m da LMPAVE, na área sob jurisdição da autoridade marítima.



Fig. 3.3.8 Representação da demarcação da margem num troço do braço sul do Estuário.

3.4 Estuário do Rio Lis

3.4.1 Introdução

A foz do Rio Lis localiza-se a norte da Praia de Vieira, freguesia de Vieira de Leiria, no Concelho de Marinha Grande. A foz deste rio, que era do tipo divagante, no passado situava-se mais a norte da foz actual. Esta deslocação deveu-se à rápida acumulação de sedimentos provenientes tanto do mar, como do rio, na margem direita formando uma restinga e uma erosão da margem esquerda, o que fez com que a foz se deslocasse progressivamente para sul.

Em meados do século XX, com a construção dos dois molhes a foz foi estabelecida a norte da Praia da Vieira. A construção destes molhes teve como consequência uma deficiente deposição de areias na praia da Vieira, a sul, o que resultou num avanço repentino do mar, chegando a destruir algumas habitações, pelo que se procedeu ao recuo destes molhes de forma a atenuar este efeito.

Ainda em meados do século XX, o Rio Lis foi reperfilado com a artificialização do leito entre a cidade de Leiria e a Foz, com perfil constituído por motas e golenas, salvaguardando os campos agrícolas das cheias.



Fig. 3.4.1 Fotos do estuário do Rio sobre a ponte das Tercenas (maré vazante e enchente)

3.4.2 Hidrodinâmica

Para avaliar a influência da maré no Rio Lis, devem ter-se presentes as condições de admissão da embocadura bem como o balanço entre as perdas de amplitude da maré decorrentes do atrito lateral e o incremento associado ao efeito de convergência das margens e ainda o caudal doce afluente, que em situação de cheia centenária atinge um caudal de $685\text{m}^3/\text{s}$ (Plano da Região Hidrográfica do Rio Lis).

Não existem registos exactos dos níveis atingidos resultantes da onda maré, nem da área exacta de influência no Rio Lis. No entanto verifica-se visualmente um decréscimo significativo desta influência para montante da Ponte da Bajanca, localizada a cerca de 2km a montante da Foz.



Fig. 3.4.2 Entrada da onda de maré na embocadura (Fotos Abril de 2009)

3.4.3 Demarcação da LMPAVE

A marcação da LMPAVE torna-se simplificada pelo facto do leito, quer no estuário, quer no troço de rio sob influência da maré, estar artificializado com a construção de taludes cuja crista se situa acima das marés notáveis (entre as cotas 2.00m e 3.60m reportadas ao nível médio das águas do mar). Assim, a LMPAVE situa-se sobre os taludes existentes, correspondendo o limite do leito à linha definida pela parte interior da crista dos mesmos.



Fig. 5.3 – Representação da LMPAVE no Rio Lis, na zona de influência da maré (da foz até à Ponte da Bajanca)

3.4.4 Demarcação do limite da margem

Conhecido o traçado da LMPAVE, a demarcação do limite da margem é imediata e corresponde à linha que dista 30m da LMPAVE, contados a partir da crista do talude uma vez que este troço de Rio, não está sob jurisdição da autoridade marítima.

Junto à foz, o traçado da linha limite da margem articula com o traçado da linha limite da margem das águas do mar identificada nos termos do Despacho n.º 12/2010/INAG.



Fig. 3.4.4 Representação da LMPAVE e do limite da margem na foz do Rio Liz - Ortofomapa 2005

3.5 Troços finais de linhas de água sujeitos à influência das marés

3.5.1 Introdução

Na definição de critérios para a demarcação do leito e margem nas fozes e troços finais de linhas de água sujeitos à influência das marés, no litoral centro, efectuou-se uma análise do conjunto destes troços, que nas figuras 3.5.1, 3.5.2, 3.5.3, 3.5.4 se localizam em extractos de cartas militares.



Fig. 3.5.1 Vale de escoamento das lagoas - Tocha . Extractos da carta militar n.º 217



Fig. 3.5.2 Vale da Lavadia. Extractos da carta militar n.º 228

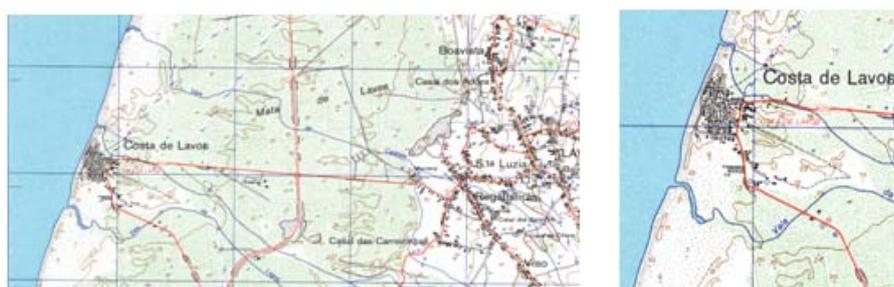


Fig. 3.5.3 Vale do Caldista e Vale da Lagoa – Costa de Lavos. Extractos da carta militar n.º 249



Fig. 3.5.4 Valas da Leirosa e Rego do Estremal - Leirosa. Extractos da carta militar n.º 248-a

Trata-se, na generalidade, de pequenas linhas de água, com bacias hidrográficas de reduzida dimensão, de regime de escoamento torrencial e sazonal, com caudal nulo em época de estio. Assim que o caudal fluvial destas linhas de água diminui, deixam de ser capazes de contrariar a acção construtiva da agitação marítima e dos ventos, fazendo com que as suas fozes sejam colmatadas por barreiras arenosas que impedem a comunicação com o mar. A comunicação com o mar processa-se apenas durante o inverno hidrológico, nos períodos em que se escoam caudais mais significativos que rasgam barras na praia promovendo a comunicação directa com o mar que inunda, por sua vez, os troços terminais destas linhas de água, nomeadamente nas marés equinociais de Março, e, por vezes, também nas marés equinociais de Setembro. Se o escoamento fluvial persistir, estes canais rasgados e inundados pelo mar na praia tendem a adquirir carácter divagante.



a)

b)

Fig. 3.5.5 a) Linhas de água a Norte da Praia da Leirosa, em 26 de Janeiro de 2003 - Ortofotomapa 2003;
b) Linhas de água a Norte da Praia da Leirosa, em 5 de Janeiro de 2005 - Ortofotomapa 2005

3.5.2 Demarcação da LMPAVE

Da dinâmica fluvial destas linhas de água resultam diferentes linhas de preia-mar, consoante a época do ano.

Devido à ocorrência da inundação esporádica e de períodos muito curtos, é impossível adoptar como critério os limites da vegetação halófila para o traçado da LMPAVE, uma vez que esta não se forma. Assim, durante o período de Abril a Setembro, quando a barreira arenosa está formada, a linha de preia-mar localiza-se geralmente na praia, mas durante as marés equinociais de Março, quando a barreira está rasgada por uma barra, as águas do mar penetram no interior das linhas de água acompanhando a LMPAVE as extremas do traçado do leito. Nas fozes onde se acumulam pequenas dunas, a LMPAVE é

definida pela base das dunas estáveis e, em nenhum destes casos, à LMPAVE correspondem cotas inferiores a 2.0m (NMM).



a)



b)

Fig. 3.5.6 Representação da LMPAVE. a) Foz da linha de água a norte da Praia da Tocha; b) Foz do Rego do Estremal, a sul da Praia da Leirosa – Fotos IGP/EPRL (Mota Lopes)

3.5.3 Demarcação da linha limite da margem

Conhecido o traçado da LMPAVE, a demarcação do limite da margem corresponde à linha que dista 50m da LMPAVE nos troços finais destas linhas de água que estão sob jurisdição da autoridade marítima (n.º 2 do artigo 11º da Lei n.º 54/2005). Nos troços destas linhas de águas a montante da jurisdição da autoridade marítima, o limite da margem dista 30 metros da LMPAVE, no caso das linhas de água navegáveis ou fluviáveis, ou 10 metros, no caso das linhas de água não navegáveis nem fluviáveis.

4 . Conclusões

Este trabalho tem como objectivo estabelecer critérios para a identificação da linha de máxima preia-mar de águas vivas equinociais (LMPAVE) necessária para a demarcação física das linhas limites do leito e da margem das águas de transição em lagunas, estuários e lagoas costeiras do litoral da Região Hidrográfica do Centro, atento o disposto na Lei nº 54/2005, de 15 de Novembro.

Da avaliação efectuada às particularidades morfológicas de cada um destes ambientes confinados,, verifica-se que os critérios para o traçado da LMPAVE diferem devido, essencialmente, aos aspectos hidrodinâmicos, o que dificulta a definição de critérios de aplicabilidade geral. Efectivamente e indo ao encontro do Despacho nº.12/2010, de 25 de Janeiro, do Presidente do INAG, o traçado da LMPAVE em lagunas, estuários e lagoas costeiras, deve ser feito caso a caso.

Ainda da avaliação efectuada, verifica-se que identificar sempre a LMPAVE considerando como referência as curvas de nível correspondentes à cota 2.00m (com referência ao nível médio do mar), induziria erros significativos e desvirtuaria a realidade do terreno, como pode constatar-se quer na laguna da Ria de Aveiro, nomeadamente nos extremos dos braços dos canais mais afastados da embocadura, quer no braço norte do estuário do Mondego e na lagoa costeira de Paramos. No primeiro caso, a referência 2m (NMM) está sobrestimada e subestimada nos restantes.

Associar a LMPAVE apenas a uma cota de referência acarreta imprecisões localizadas pelo que a demarcação da LMPAVE foi efectuada de forma mais abrangente, tendo em mente o espírito e os objectivos da Lei nº 54/2005 e procurando conjugar a informação altimétrica obtida da avaliação hidrodinâmica em cada caso com a observação directa, no terreno, das condicionantes fisiograficas, com a cartografia das biocenoses das plantas halófitas que ocupam os andares mais elevados dos sapais e com o histórico dos registos cartográficos e dos planos de água.

Assim, nestes ambientes confinados, o traçado da LMPAVE foi feito para cada caso particular, conjugando a informação altimétrica, a cartografia das biocenoses das plantas halófitas e a informação recolhida no terreno.

Na **Barrinha de Esmoriz** ou Lagoa de Paramos verifica-se que a curva de nível correspondente à cota 2.00m, reportada ao nível médio do mar, se situa abaixo das linhas definidas pelos dos planos de água notáveis registados com a barra aberta. Partindo desta constatação, nesta lagoa costeira, o critério

utilizado para a demarcação da LMPAVE faz coincidir esta linha pela base de dunas e taludes estáveis que delimitam o plano de água e, nas zonas de sapal, pelo limite da vegetação halófitas que ocupa os andares mais elevados, situando-se a LMPAVE acima da cota 2.00m (NMM).

Na **laguna da Ria de Aveiro**, devido à perda de amplitude decorrente do atrito lateral, dos ressaltos no leito e do efeito de convergência das margens, ocorre o amortecimento da propagação da maré, decrescendo a sua amplitude à medida que a distância à barra aumenta e diminuindo a cota da LMPAVE suavemente para montante. Da avaliação hidrodinâmica e da informação altimétrica dos planos notáveis de maré, tomou-se como referência para a definição da LMPAVE o intervalo entre a cota máxima de 2.05m (NMM), na envolvente da embocadura da Barra de Aveiro, e a cota mínima de 1.48m (NMM). Tendo por base este intervalo de referência, os critérios para a demarcação da LMPAVE foram os seguintes:

- Em zona de sapal, a LMPAVE faz coincidir esta linha pelo limite dos andares mais elevados da vegetação halófitas que, no máximo, coincide com a cota de referência para o local situada no intervalo 1.48; 2.05m;
- Em taludes marginais artificializados, em que a cota de crista dos taludes é superior à cota de referência deduzida da análise hidrodinâmica e da cota dos planos de água notáveis registados, a LMPAVE deve ser marcada sobre o talude actual, coincidindo a linha limite do leito com a crista do talude;
- Em taludes naturais estáveis, com cota superior à cota de referência e com bancos de areal formados pela ondulação, a LMPAVE coincide com a base do talude estável. Nas situações em que a cota de referência se localiza no areal e existindo natureza de praia em extensão superior à estabelecida, a margem estende-se até onde o terreno apresentar tal natureza, coincidindo a linha limite da margem pelo limite da zona de areal.
- Em estabelecimentos aquícolas inseridos totalmente no leito da Ria, não há lugar à identificação da LMPAVE pois que toda a área do estabelecimento corresponde a leito. No caso dos estabelecimentos adjacentes às margens da Ria, a linha limite do leito corresponde à crista do talude junto à margem da Ria.

No **estuário do Rio Mondego**, devido às diferenças nos regimes hidrodinâmicos registadas nos braços norte e sul, com níveis de maré diferentes, a cota de referência para o traçado do LMPAVE difere também. Assim, no braço norte, tomou-se como referência a cota 3.00m (NMM) e, no braço sul e restante estuário, a cota 2.0m (NMM), cotas obtidas da análise hidrodinâmica efectuada. Os critérios foram definidos conjugando a referência altimétrica com a observação directa dos taludes que delimitam o plano de água:

- Em zona de taludes marginais artificializados com o coroamento a cota superior à cota de referência, a LMPAVE incide sobre os taludes e a linha limite do leito coincide com a crista dos mesmos;
- Em estabelecimentos aquícolas e salinas inseridos totalmente no leito, não há lugar à identificação da LMPAVE pois que toda a área do estabelecimento corresponde a leito. No caso dos estabelecimentos adjacentes às margens, a LMPAVE coincide com a crista do talude mais afastado que define o plano inundável pelas águas salobras

No **estuário do Rio Lis**, a marcação da LMPAVE torna-se simplificada pela existência, quer no estuário, quer no troço de rio com influência da maré, de taludes artificializados que delimitam, o leito, com cota da crista acima das marés notáveis (entre as cotas 2.00m e 3.60m reportadas ao nível médio das águas do mar). Assim, o limite do leito coincide com a crista destes taludes.

Nos **troços de linha de águas com influência da maré**, a LMPAVE é definida pelas águas do mar quando penetram no interior destas linhas de água segundo o contorno do leito até ao limite de influência da maré. Nas fozes onde se acumulam pequenas dunas, a LMPAVE é marcada pela base dessas dunas estáveis, não devendo nunca, em nenhum destes casos, atingir cotas inferiores a 2.0m (NMM).

Referencia Bibliográfica

TEIXEIRA, S. B. (2009) – Demarcação do leito e da margem das águas do mar no litoral sul do Algarve. *Administração da Região Hidrográfica do Algarve*. Faro, 207p.

AMARAL, D. F. & FERNANDES, J. P. (1978) - Comentário à Lei dos Terrenos do Domínio Hídrico. *Coimbra Editora*

FREITAS, M. C. & ANDRADE, C. (1998) – A evolução do litoral português nos últimos 5000 anos. *Al-Madam*, Almada IIª Série, nº 7.

Boletim NAVEGAR 2009, Porto de Aveiro - INSTITUTO HIDROGRÁFICO.

DIAS, FERREIRA & PEREIRA, (1994) Edição electrónica (2005): w3.ualg.pt/jdias/JAD/ebooks - Estudo Sintético de Diagnóstico da Geomorfologia e da Dinâmica Sedimentar dos Troços Costeiros entre Espinho e Nazaré.

TEIXEIRA, S. B. (1994) – Dinâmica morfosedimentar da Ria de Aveiro (Portugal). Dissertação de Doutoramento. *Universidade de Lisboa*. 396p. (não publicado).

DIAS. J.M. - Hidro/morfologia da Ria de Aveiro: alterações de origem antropogénica e natural, Centro de Estudos do Ambiente e do Mar da Universidade de Aveiro, *Periódico n.º1 Junho/Dezembro 2009*.

ARAÚJO, I.G.B.; DIAS, J.M.; PUGH, D.T. (2008). Model simulations of tidal changes in a coastal lagoon, the Ria de Aveiro (Portugal). *Continental Shelf Research*, 28, 1010-1025.

DIAS J.M.; LOPES J.F.; DEKEYSER I. (2000). Tidal Propagation in Ria de Aveiro Lagoon, Portugal. *Physics and Chemistry of the Earth*. 4, 25, 369-374.

QUERCUS, Núcleo regional do Porto - Barrinha de Esmoriz, Lagoa de Paramos, por uma boa causa .

QUERCUS (1986). Anteprojecto para a Reserva Regional da Barrinha de Esmoriz.

FARINHA, J. C. e TRINDADE, A. (1993). Contribuição para o Inventário e Caracterização Nacional de Zonas Húmidas. *Estudos de Biologia e Conservação da Natureza*. SNPRCN. Lisboa.

ANTÓNIO A. L. S. DUARTE, JOSÉ M.P. Vieira, JOÃO M. Neto, MIGUEL A. Pardal (2008) *Artigo - Monitorização da Hidrodinâmica e da Qualidade da Água no Estuário do Rio Mondego*.

ALMEIDA, J.L. e SEABRA-SANTOS. F. (1993). Campanha de medições de níveis de maré, salinidade e temperatura no estuário do Mondego. *Estudos de Engenharia Civil*, 5, n.º 1, pp.1-82.

DUARTE D.N.R; BLANTON, J.O; BOSKI, T. & DIAS, J.M.A – Estudo da propagação não linear da maré no estuário do Mondego. *3º Simposio sobre a margem Ibérica Atlântic 2009*.

DUARTE D.N.R; & REIS, R.P.B.P. (1993) – Contribuição para a caracterização hidrodinâmica do estuário do rio Mondego. *Comunicação III Reunião do Quartenário Ibérico*, Coimbra.

BAPTISTA, AM, Boone, D.FISH, W., TURNER. P.J. Barros. A.P, Remedio, J.M. & Wood (1990) – Estudo das marés e circulação hidrodinâmica. Projecto de investigação “Lançamento de bases para o estudo integrado do estuário do Mondego” – FCTUCoimbra

BORREGO (1994), GRIA (1990), VICENTE (1985) in <http://www.ecowin.org.htm>

Sítios consultados

<http://www.arhcentro.pt>

<http://www.inag.pt/>

<http://www.hidrografico.pt/>

<http://maretec.mohid.com>

<http://www.aprh.pt/>

<http://www.amria.pt/securria/Page.aspx?id=4>

<http://www.ecowin.org/aulas/lea/gqsa/ria/riaaveiro/processos.htm>

<http://www.europe-direct-aveiro.aeva.eu/debatereuropa>

Legislação citada

Lei 54/2005, 15 de Novembro - Estabelece a titularidade dos recursos hídricos;

Decreto-Lei nº 468/71, de 5 de Novembro*;

Despacho Normativo nº 32/2008, de 20 de Junho, do Ministro do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional;

Portaria n.º 931/2010 de 20 de Setembro – Define o conteúdo do levantamento topográfico para os processos de delimitação;

Decreto-Lei nº 208/2007, de 29 de Maio - Aprova a orgânica das Administrações das Regiões Hidrográficas, I.P.;

Portaria nº 394/2008, de 5 de Junho - Aprova os Estatutos da Administração da Região Hidrográfica do Centro, I.P.;

Lei nº 58/2005, de 29 de Dezembro - Aprova a Lei da Água;

Decreto-Lei 226-A/2007, de 31 de Maio - Estabelece o regime da utilização dos recursos hídricos.

Resolução n.º 142/2000, de 20 de Outubro de 2000 - Aprova o Plano de Ordenamento da Orla Costeira (POOC) de Ovar-Marinha Grande;

Decreto-Lei nº 44/2002 de 02 de Março – Estabelece, no âmbito do sistema da autoridade marítima, as atribuições, a estrutura e a organização da autoridade marítima nacional;

Decreto-Lei n.º 97/2008, de 11 de Junho - Estabelece o regime económico e financeiro dos recursos hídricos.

Despacho n.º 12/2010 do Presidente do Instituto da água de 25 de Janeiro.

Numeração das figuras e tabelas

Figuras:

Fig. 2.1 – Identificação das particularidades morfológicas em estudo, existentes no Litoral Centro

Fig. 3.1.1 – Vista aérea da Barrinha de Esmoriz. Fotos IGP/IPLR

Fig. 3.1.2 – Esvaziamento da lagoa após abertura da barra

Fig. 3.1.3 – Penetração das águas do mar na lagoa

Fig. 3.1.4 – Representação da Curva de nível correspondente á cota 2.00m. Imagem de levantamento topográfico efectuado em Agosto de 2010 – Polis da Ria de Aveiro

Fig. 3.1.5 – Extractos de cartas militar 1/25000 com registos de campo de 1948 e 1975

Fig. 3.1.6 – Linhas dos planos de água -1958 com a barra fechada (verde) e em 1975 com a barra aberta (azul)

Fig. 3.1.7 – Traçado da LMPAVE coincidente com o limite do sapal superior

Fig. 3.1.8 – Exemplo ilustrativo do limite do leito coincidente com a base das dunas e taludes estáveis

Fig. 3.1.9 – Exemplo ilustrativo com o limite da vegetação halófito em sapal alto

Fig. 3.1.10 – Traçado da LMPAVE na Barrinha de Esmoriz tendo por base os critérios definidos.

Fig. 3.1.11 – Traçado da linha limite da margem a partir da LMPAVE – Imagem Outubro 2006, Google Earth

Fig. 3.2.1 – Evolução do estuário da Ria de Aveiro. Adaptado da publicação *Estuários Portugueses*, INAG,2003.

Fig. 3.2.2 – Desenvolvimento da linha correspondente à cota 2.00 m (NMM) no Canal de S.Jacinto

Fig. 3.2.3 – Variação altimétrica dos planos notáveis de maré na Ria de Aveiro - Extraído de Teixeira, 1994

Fig. 3.2.4 – Quadro extraído do Boletim NAVEGAR 2009 do Porto de Aveiro (Dados do Instituto Hidrográfico)

Fig. 3.2.5 – Intervalos de valores de cota da PMAV repartidos por blocos - Laguna de Aveiro. Área1 e 2 [1.48,1.66]; Área 3 [1.66, 1.88]; Área 4 [1.77, 1.88]; Área 5 [1.88, 1.96]; Área 6 [1.96, 2.05]; Área 7 [1.81, 1.96]; Área 8 [1.70, 2.00]; Área 9 [1.65, 1.85].

Fig. 3.2.6 – Vegetação halófito na Ria de Aveiro (*Juncus maritimus*, *Spartina marítima*, *Scirpus marítimus*)

Fig. 3.2.7 – Sapal na Ria em baixa-mar e preia-mar, com vegetação halófito visível

Fig. 3.2.8 – Perfil do sapal em ambiente lagunar - Zonação da vegetação e identificação da LMPAVE. 1. Vegetação arbustiva não halófitas; 2. Matos halófitos de espécies perenes; 3. Comunidades halófitas de transição (*Juncus maritimus*, *Spartina marítima*, *Scirpus maritimus*.)

Fig. 3.2.9 – Demarcação da LMPAVE pelo limite da vegetação halófitas –Povoa do Paço

Fig. 3.2.10 – Demarcação da LMPAVE pelo limite da vegetação halófitas – Matadouços

Fig. 3.2.11 – Demarcação da LMPAVE pelo limite da vegetação halófitas, e a linha correspondente à cota 2.00m

Fig. 3.2.12 – Vista área de Aquiculturas inundadas na Ria de Aveiro- S.Jacinto em maré viva – Foto AMLopes 1997

Fig. 3.2.13 – Taludes em aterro - Limite do leito

Fig. 3.2.14 – Taludes artificializados – Limite do leito

Fig. 3.2.15 – Representação da LMPAVE na Costa Nova do Prado. Foto IGP/EPRL

Fig. 3.2.16 – Marinas e Portos de pesca na Ria de Aveiro

Fig. 3.2.17 – Exemplo de demarcação da LMPAVE pelo actual limite do leito - Marina da Gafanha da Encarnação

Fig. 3.2.18 – Limite do Leito em zona das estruturas portuárias coincidente com o traçado da LMPAVE

Fig. 3.2.19 – Limite do Leito em taludes naturais estáveis com areal

Fig. 3.2.20 – Limite de jurisdição da Autoridade Marítima, Larguras de margem - Rio Vouga em Cacia - Ortofotomapa 2005

Fig. 3.2.21 – Linha de margem gerada por BUFFER (raio de 50 m) a partir da LMPAVE

Fig. 3.2.22 – Praia estuarina de Monte Branco – Largura da margem em zona com natureza de praia

Fig. 3.3.1 - Extracto da planta dos “Campos inundados pelas máximas cheias do Mondego” Brig.Grad.Dir.Ger.dos Trab.Geod.Chorog.eHYdrog. do Reino de 1858. Arquivo da ARH Centro I.P.

Fig. 3.3.2 - Níveis e maré no barco Sul (1), braço Norte (2) e embocadura do estuário (3) – Adaptada de maretec.mohid.com

Fig. 3.3.3 – Marcação da LMPAVE nos taludes artificializados no braço norte e restante estuário coincidente com o limite do leito definido pela cristas dos taludes

Fig. 3.3.4 – Vista área da zona estuarina do Rio Mondego

Fig. 3.3.5 – Rede de canais que conduzem as águas sobre a influencia da maré

Fig. 3.3.6 – Representação da demarcação LMPAVE pelo limite do plano inundável

Fig. 3.3.7 – Representação da demarcação da LMPAVE no estuário, considerando os critérios definidos - Ortofotomapa 2007

Fig. 3.3.7 – Limite da influencia da maré no Rio Mondego – Ortofotomapa 2005, e açude de Formeselha - Foto Carlos Berardo

Fig. 3.3.8 – Representação da demarcação da margem num troço do braço sul do Estuário

Fig. 3.4.1 – Fotos do estuário do Rio Lis sobre a ponte das Tercenas (maré vazante e enchente)

Fig. 3.4.2 – Entrada da onda de maré na embocadura (fotos Abril de 2009)

Fig. 3.4.3 – Representação da LMPAVE na zona de influencia da maré (da foz até à Ponte da Bajanca)

Fig. 3.4.4 – Representação da demarcação da LMPAVE e do limite da margem na foz do Rio Lis

Fig. 3.5.1 – Vala de escoamento das lagoas - Tocha . Extractos da carta militar n.º 217

Fig. 3.5.2 – Vala da Lavadia. Extractos da carta militar n.º 228

Fig. 3.5.3 – Vala do Caldista e Vala da Lagoa – Costa de Lavos. Extractos da carta militar n.º 249

Fig. 3.5.4 – Valas da Leirosa e Rego do Estremal - Leirosa. Extractos da carta militar n.º 248-a

Fig. 3.5.5 – a) Linhas de água a Norte da Praia da Leirosa em 26 de Janeiro de 2003 - Ortofotomapa 2003; b) Linhas de água a Norte da Praia da Leirosa, em 5 de Janeiro de 2005 - Ortofotomapa 2005

Fig. 3.5.6 – Representação da LMPAVE. a) Foz da linha de água a norte da Praia da Tocha; b) Foz do Rego do Estremal a sul da Praia da Leirosa – Fotos IGP/EPRL (Motas Lopes)

Tabelas:

Tabela 3.2.1 - Volume e caudal de água marinha que penetra na Ria de Aveiro em cada maré. Fonte: adaptado de Borrego *et al.*, 1994 e GRIA, 1990