

CASO PRÁTICO – SISTEMA DE BACIAS DE RETENÇÃO/DECANTAÇÃO DO VIADUTO DA EN10-8 SOBRE O SAPAL DA RESERVA NATURAL DO ESTUÁRIO DO SADO

Maria Ivone Maçarico¹ e Rita Baguinho²

¹Estradas de Portugal, Gabinete de Ambiente, Praça da Portagem, 2809-013 Almada, Portugal

email: maria.macarico@estradas.pt

<http://www.estradasdeportugal.pt>

²Estradas de Portugal, Gabinete de Ambiente, Praça da Portagem, 2809-013 Almada, Portugal

Sumário

No âmbito do desenvolvimento do Projeto do Lanço rodoviário da EN10-8 entre Praias do Sado e a Mitrena foi projetado um sistema de bacias de retenção/decantação com o objetivo de tratar as águas de escorrência da plataforma do viaduto, no que se refere a poluentes provenientes do tráfego rodoviário, e reter os poluentes resultantes de um acidente, dos quais resultem derrames de produtos químicos perigosos.

O sistema é constituído por duas bacias, uma delas estanque, em aço galvanizado, com função de retenção do efluente proveniente da estrada e a outra de tratamento através de leito de macrófitas.

Palavras-chave: Sistema de Bacias de Retenção/Decantação; Águas de Escorrência da Estrada; Zona Industrial da Mitrena; Reserva Natural do Estuário do Sado; Sustentabilidade Energética.

1 INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

O Projeto de Execução do 2.º Lanço da EN10-8 – Alto da Guerra/Mitrena, que se desenvolve entre Praias do Sado e a Mitrena (EN10-4), pretendeu dar continuidade ao Lanço anterior (1.º Lanço), à data em construção, e permitir o acesso principal e a distribuição do tráfego ao longo do Rio Sado, Porto de Setúbal e a todas as unidades/zonas industriais existentes ou previstas ao longo da EN10-4.

Aquando do desenvolvimento do projeto verificou-se a imprescindibilidade de atravessar uma zona ecologicamente sensível, o Sapal do Estuário do Sado, área incluída na Reserva Natural do Estuário do Sado (RNES) e classificado como Sítio de Importância Comunitária “Estuário do Sado”.

No âmbito dos Estudos Ambientais elaborados para o Projeto de Execução e após parecer do ex-ICNB, a Estradas de Portugal (EP) optou pela adoção de uma solução em viaduto no local de atravessamento do Sapal. Para o Viaduto, foi ainda previsto um sistema de recolha separativa das águas de escorrência do tabuleiro e no Projeto de Medidas de Minimização, o dimensionamento e construção de um Sistema de Bacias de Retenção e Decantação para as águas de escorrência do Viaduto.

O Sistema de Bacias tem como principal objetivo a proteção do sapal do Estuário do Sado, da carga poluente associada às escorrências da plataforma da via rodoviária, não só no que se refere a poluentes resultantes do tráfego rodoviário, mas também de poluentes resultantes de eventuais acidentes rodoviários com veículos pesados, dos quais resultem derrames de produtos químicos eventualmente corrosivos e/ou tóxicos.

Para tal foi previsto no presente projeto a implantação de um sistema em que, por um lado, seja efetuado um tratamento das escorrências da estrada ocorrentes em situações de chuva e, por outro lado, seja garantida uma retenção temporária de eventuais derrames ocorrentes em acidentes envolvendo veículos de transporte de substâncias perigosas.

2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O traçado rodoviário da EN10-8 – Alto da Guerra / Mitrena – 2º lanço – Praias do Sado / Mitrena, localiza-se no concelho de Setúbal, a Sudoeste da povoação de Praias do Sado e atravessa, através de um viaduto, uma área de Sapal pertencente à Reserva Natural do Estuário do Sado (RNES) e ao Sítio de Importância Comunitária “Estuário do Sado” (ver Figura 1).



Fig.1. Extrato da Planta de Localização do Sistema de Bacias

O Estuário do Sado foi considerado como Reserva devido às suas importantes zonas naturais, nomeadamente sapais, canais e esteiros, que são locais de grande produtividade biológica. Foi também considerado como Zona de Proteção Especial (ZPE) e inserida na Lista Nacional de Sítios (Sítio n.º 51 - Estuário do Sado), pertencendo assim à Rede NATURA 2000.

Apesar da sensibilidade ecológica da zona, a EN10-8 faz a ligação entre o Alto da Guerra e a EN10-4, única via de acesso rodoviário à Zona Industrial da Mitrena, encontrando-se por isso sujeita, desde há muito, a elevada pressão antropogénica devido à ocupação industrial pesada instalada na península da Mitrena.

Conforme se pode ler no documento “Carta de Risco da Península da Mitrena”, a Zona Industrial ocupa uma área de aproximadamente 2300 ha e caracteriza-se por uma elevada densidade industrial, cuja sua atividade leva à necessidade do transporte, incluindo por via rodoviária, de quantidades significativas de substâncias consideradas perigosas (para o ambiente e para a saúde humana). De acordo com a Câmara Municipal de Setúbal, em 2007, foram contabilizados cerca de 3740 veículos pesados de mercadorias por dia na EN10-4, no troço entre a sua articulação com a EN10-8 e a Mitrena.

Ainda que o Sistema de Bacias se localize na EN10-8 e não na EN10-4, este número é elucidativo do considerável tráfego de veículos que circulam no viaduto sobre o sapal, vindos ou com destino à área industrial.

Ainda segundo a Carta de Risco da Península da Mitrena, entre as instalações existentes na Península da Mitrena encontram-se diversos tipos de atividades, tais como: Exploração de terminais marítimos, para fins de logística de produtos petrolíferos (a qual inclui a armazenagem, manuseamento e expedição por camião-cisterna, por via terrestre); Comércio por grosso de produtos químicos; Fabricação e acondicionamento de acetileno (Airliquide); Valorização e eliminação de resíduos (Ambicare, ECOPATROL); Fabricação de adubos químicos ou minerais e de compostos azotados; Fabricação de pesticidas e de outros produtos agro-químicos; Estaleiros navais – reparação, manutenção e instalação de máquinas e equipamentos (Lisnave); Fabricação de embalagens de plástico; Fabricação de pasta e de papel; Produção de eletricidade de origem térmica (EDP); entre outros, algumas das quais consideradas segundo o Decreto-Lei n.º 254/2007, de 12 de Julho, estabelecimentos de nível superior de perigosidade.

Concretamente, substâncias como os produtos petrolíferos (nomeadamente gasolinas e gasóleos), o acetileno, o ácido clorídrico, ou o metanol, por exemplo, são consideradas substâncias perigosas.

Na Península da Mitrena circulam diariamente diversas mercadorias perigosas por via rodoviária, destacando-se o transporte de gasolina, estimando-se em cerca de 50 veículos por dia o número de transportes envolvendo este produto, também de acordo com a Carta de Risco da Península da Mitrena.

O Sistema de Bacias instalado foi desenvolvido também com o objetivo de precaver um eventual derrame destas substâncias para o sapal. A informação reunida à data sobre os principais produtos transportados por via rodoviária associados à atividade industrial da Mitrena, consta do quadro abaixo.

Quadro 1. Principais produtos transportados por via rodoviária associados à Zona Industrial da Mitrena.

Designação	Estado físico	Frequência de transporte (Ton/semana)
Ácido sulfúrico	Líquido	160
Ácido clorídrico	Líquido	100
Ácido fosfórico	Líquido	20
Hidróxido de sódio	Líquido	250
Metanol	Líquido	40
Oxigénio líquido	Líquido	10
Amónia a 25%	Líquido	30
Fuel	Líquido	40
Peróxido de hidrogénio	Gasoso sob pressão	80
Propano	Gasoso	10
Anidrido sulfuroso	Gás sob pressão	40
Fosfato de sódio	Sólido	100
Sulfato de sódio	Sólido	120
Diesel	Líquido	460
Clorato de sódio	Sólido	300

Muito recentemente, a EP contactou a Autoridade Nacional de Proteção Civil, no sentido de solicitar informação mais atualizada sobre as características dos produtos transportados via terrestre, que permita otimizar a eficiência do sistema de bacias já construído.

3 ANTECEDENTES DO PROJETO

Ciente da sensibilidade da área atravessada pelo 2º lanço da ligação entre o Alto da Guerra e a Mitrena (EN10-8 –Praias do Sado/Mitrena), a ex-JAE (Junta Autónoma de Estradas)/atual EP, promoveu a elaboração de um Estudo de Análise Ambiental, desenvolvido pela empresa Trifólio – Estudos e projectos ambientais e paisagísticos, Lda., subcontratada pela empresa projetista Viaprojectos – Consultores de engenharia e arquitectura, Lda. Este Estudo data de janeiro de 1994 e acompanha o respetivo Projeto de Execução, o qual previa a transposição do sapal por intermédio de um aterro dotado de várias Passagens Hidráulicas com diâmetro de 1,20 m, a localizar nas valas existentes, visando desta forma assegurar a continuidade das funções hidrológicas do referido ecossistema.

À data, o Estudo não contemplava a adoção de nenhum sistema de bacias, quer de retenção quer de tratamento, estando previsto o encaminhamento das águas de drenagem da via para drenos com brita, de modo a reter os sólidos em suspensão, óleos e combustível derramado e era proposta a monitorização da qualidade da água na fase de exploração.

Contudo, dada a sensibilidade ecológica do local e a classificação do sapal, a EP promoveu contactos com o ex-ICNB/atual ICNF de modo a que o Projeto do Lanço rodoviário fosse acompanhado, no sentido de melhor compatibilizar o traçado com a proteção do sapal.

Efetivamente, no início de 1995, e já na posse do Estudo de Análise Ambiental, a RNES solicitou um relatório-análise ao Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (FCTUNL), sobre o projeto rodoviário em questão.

Nesse parecer, o Departamento da FCT/UNL refere que, não sendo viável a alternativa de não afetar área húmida de sapal, o seu atravessamento deveria ocorrer em viaduto. Esta solução tinha por objetivo evitar a destruição do contínuo natural existente e o conseqüente isolamento da área de sapal a oeste da estrada, que significaria, a prazo, o seu desaparecimento, conforme o Estudo de Análise Ambiental também tinha concluído.

O parecer recomendava ainda a construção de um sistema de drenagem das águas do tabuleiro do viaduto e o seu encaminhamento para bacias de tratamento, como forma de minimização dos impactes na qualidade da água: “... o projecto deve contemplar a construção de bacias para tratamento das águas de escorrência da via no troço que atravessa a zona de sapal, que permitam a remoção de óleos e gorduras e a sedimentação das partículas suspensas e que funcionem como bacias de retenção no caso da eventual ocorrência de um derrame de substâncias tóxicas.”.

Com base neste parecer e em contactos tidos com a EP, a RNES aprova em maio de 1995 o desenvolvimento em aterro do lanço em apreço, sobre o sapal, condicionado à implementação das medidas recomendadas no Estudo de Análise Ambiental e no parecer da FCTUNL.

Dado que o 1º lanço se encontrava já em exploração e devidamente articulado com a rede viária existente, e tendo em consideração as particularidades da área em questão, a EP construiu uma bacia provisória de retenção de derrames acidentais, até à aprovação e construção do sistema de bacias definitivo.

Em julho de 1996, a empresa responsável pelo Estudo de Análise Ambiental elaborou o respetivo projeto das bacias de decantação/retenção.

Em 2005, o projeto rodoviário foi revisto e reformulado tendo sofrido algumas alterações em relação à solução inicial. As alterações incluíram a solução de ligação final da EN 10-8 com a EN 10-4, anteriormente projetada em entroncamento de nível, que foi transformado num nó desnivelado e a adoção de um viaduto compreendendo o atravessamento do Sapal e do Caminho-de-ferro, com o comprimento de 495 m (Viaprojectos, 2005). Com as alterações introduzidas a ocupação do viaduto em zona de sapal é bastante inferior, em comparação com o projeto original o que constituiu, sob o ponto de vista ambiental, uma vantagem relevante do projeto rodoviário reformulado.

Em consequência da alteração do projeto, em julho de 2005, o Projeto de Medidas de Minimização – Bacias de Retenção/Decantação foi atualizado e redimensionado, salientando-se como a alteração mais relevante do ponto de vista ambiental, a alteração da localização das bacias para o exterior da área da Reserva Natural do Estuário do Sado.

Em outubro de 2009, a empresa Horizonte de Projecto – Consultores em Ambiente e Paisagismo, Lda., subcontratada pela empresa projetista Viaprojectos – Consultores de engenharia e arquitectura, Lda, já com a empreitada a decorrer, promoveu algumas alterações ao Projeto de Medidas de Minimização – Bacias de Retenção/Decantação, nomeadamente:

- (i) A alteração da capacidade do tanque de retenção em aço galvanizado (cuja funcionalidade é a retenção de escorrências da estrada contendo substâncias químicas resultantes de eventuais derrames acidentais no viaduto);

- (ii) A dotação de um sistema de by-pass (através de válvula em T) que possibilita a utilização do tanque de retenção apenas e só em situação de ocorrência de escorrências da estrada contendo substâncias químicas perigosas resultantes de eventuais derrames acidentais no viaduto.
- (iii) A otimização do fornecimento da energia elétrica, para o Sistema de Bacias, com a instalação de um aerogerador e de painéis solares de modo a assegurar a sustentabilidade energética, ao longo de todo o dia e das diferentes épocas do ano.

Estas alterações pretenderam dotar o sistema de autonomia a nível eletromecânico e energético, o que lhes deu a capacidade de, em caso de necessidade, reconhecer, separar e reter o caudal afluyente proveniente de um derrame de substâncias perigosas, desviando-o do percurso de tratamento das águas de escorrência da via, produzidas no cenário sem acidentes envolvendo as referidas substâncias.

4 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁGUAS DE ESCORRÊNCIA DAS ESTRADAS

As águas de escorrência das estradas, dado os inúmeros pontos de descarga que usualmente existem ao longo da estrada, são consideradas uma fonte de poluição difusa, a qual dependendo de vários fatores poderá contribuir para a contaminação das águas superficiais e/ou subterrâneas existentes na proximidade da via.

A avaliação do impacte dessa contaminação depende para além da carga poluente das águas de escorrência provenientes da estrada, das características do meio recetor onde as mesmas são descarregadas, nomeadamente quanto à sua sensibilidade ambiental.

A produção das águas de escorrência das estradas resulta do processo de lavagem dos pavimentos e áreas adjacentes, através dos eventos de precipitação e conseqüente transporte dos poluentes acumulados. A origem dos poluentes pode dever-se a várias causas, nomeadamente: características do tipo de pavimento; volume de tráfego, que influencia na degradação do pavimento; emissão de produtos de combustão, desgaste de travões e pneus, perdas de óleos e lubrificantes; atividades de manutenção e reparação da via e taludes; lavagem dos poluentes atmosféricos e a derrames acidentais (Figueiredo, 2011).

A caracterização química deste tipo de águas é por isso extremamente complexa, uma vez que a sua composição depende de uma grande variabilidade inerente à origem das substâncias poluentes, das características do próprio local onde são geradas, assim como dos eventos de precipitação.

Uma vez os poluentes depositados no pavimento e dispersos na atmosfera, podem atingir a rede de drenagem e as áreas vizinhas da plataforma, bem como os cursos de água recetores, por meio da ação do vento e principalmente, através dos eventos de precipitação. Esta situação torna-se mais crítica quando não chove durante um longo período de tempo (uma vez que as primeiras águas de escorrência apresentam maiores concentrações de poluentes devido à acumulação destes durante o período seco) ou caso se verifique um derrame acidental.

Os principais poluentes envolvidos na contaminação difusa promovida pelo tráfego automóvel são as partículas, hidrocarbonetos e alguns metais pesados.

Apesar da grande variabilidade da composição química das águas de escorrência, existem várias referências bibliográficas que apresentam os parâmetros mais relevantes para a caracterização da qualidade deste tipo de águas.

Em Portugal, os resultados do projeto G-Terra associados a outros estudos efetuados no passado indicam que os poluentes rodoviários presentes de forma mais significativa e constante – por apresentarem concentrações mensuráveis e/ou superiores aos valores limites de emissão estipulados no Anexo XVIII do Decreto-Lei n.º236/98 – são os seguintes: Zn, Cu, Fe, SST e CQO (Barbosa et al., 2011).

No Quadro 2, são apresentados os parâmetros selecionados nas “*Directrizes para a Gestão Integrada das Escorrências de Estradas em Portugal*”, divididos por grupos de parâmetros comumente utilizados na caracterização das escorrências rodoviárias.

Quadro 2. Parâmetros relevantes para a caracterização da qualidade de escoamentos de estradas.

Grupo	Parâmetros
Parâmetros físico-químicos	pH; condutividade; turvação
Indicador da especiação dos metais pesados	Dureza Total
Sólidos	SST
Metais pesados	Zn; Cu; Pb; Cd;
Matéria orgânica agregada	CQO; CBO ₅ ; COT; Hidrocarbonetos totais
Nutrientes	N total; Nitratos; Fósforo total

5 CONCEÇÃO E EXPLORAÇÃO DO SISTEMA DE BACIAS DE RETENÇÃO/DECANTAÇÃO

5.1 Funcionamento do Sistema

O Sistema de Bacias de Retenção/Decantação consiste num sistema constituído por duas bacias, uma delas com a função de retenção do efluente proveniente da estrada (em caso de derrame acidental) e outra de tratamento incluindo um órgão de dissipação de energia que permitirá a redução da velocidade de entrada do efluente na bacia de tratamento, minimizando assim o eventual efeito erosivo do efluente à entrada deste órgão.

Ao longo do Viaduto foi colocado um coletor destinado a recolher as águas da plataforma da estrada, desde o início do projeto até ao ponto mais alto da rasante, de forma a serem conduzidas a um sistema de bacias de retenção / decantação antes de serem descarregadas no sapal. A descarga é efetuada por um tubo de queda junto ao pilar do Viaduto ao Km 0+174,33 (ver Figura 2).



Fig.2. Pormenor do coletor separativo de recolha das águas de escorrência do tabuleiro

O Sistema é composto por (ver Figura 3):

- Um conjunto de tubos de drenagem em aço galvanizado e duas válvulas de borboleta para permitir o by-pass do efluente em caso de necessidade;
- Uma bacia de retenção para o efluente proveniente do viaduto contendo substâncias químicas derramadas acidentalmente. Este órgão, constituído em aço galvanizado, será utilizado apenas em caso de ocorrência de derrame acidental, através do acionamento automático de duas electroválvulas de borboleta. Estas electroválvulas são acionadas sempre que detetadas alterações significativas do parâmetro pH no efluente.

Para isso a conduta encontra-se munida de uma sonda de pH colocada por picagem na conduta em acessório próprio antes das electroválvulas. Este acionamento (fecho de uma das válvulas e abertura da outra) permite a mudança de direção do efluente que em vez de entrar no sistema por via do tanque de dissipação de energia é direcionado para o tanque de retenção (estanque) onde ficará temporariamente retido, procedendo-se posteriormente à sua trasfega para camião cisterna e destino final adequado. O sistema eletromecânico é monitorizado através de um controlador e assim que são detetados valores de pH considerados normais para este tipo de efluente, as válvulas voltam à posição inicial e o efluente retoma o percurso para o tanque de dissipação de energia / bacia de tratamento. A atividade das eletroválvulas será controlada à distância, sendo a informação remotamente transmitida ao centro de telemática da EP, que assegurará a comunicação imediata da situação de emergência, permitindo uma rápida capacidade de resposta, quer pelas UMIAS (Unidades Móveis de Inspeção e Apoio) geridas pela EP, quer pelas entidades responsáveis para o efeito;

- Um tanque de dissipação de energia, colocado antes da bacia de tratamento com o objetivo de reduzir a velocidade de entrada do efluente;
- Uma bacia de decantação e tratamento, construída em betão armado, com uma camada de terra viva no fundo e onde se encontram plantadas espécies vegetais que favorecem a retenção de metais pesados do meio hídrico.

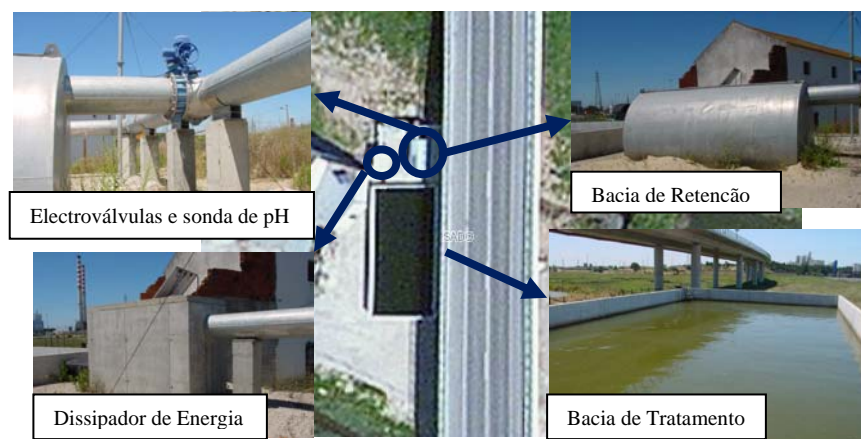


Fig.3. Pormenores dos elementos do Sistema de Bacias

5.2 Dimensionamento do Sistema

Através de critérios de dimensionamento foi calculado o volume a adotar para cada uma das bacias do sistema.

Bacia de Retenção

Relativamente à bacia de retenção, o sistema permite reter um volume de derrame de cerca de 15 m³, que corresponde à capacidade média de um camião cisterna. Este órgão inclui um regulador de nível que aciona o fecho da válvula que regula a entrada do efluente sempre que seja atingida a capacidade máxima mencionada.

Bacia de Decantação/Tratamento

No que se refere à bacia de decantação, o projetista optou pelo recurso aos critérios de dimensionamento estabelecidos por T.Hvitved-Jacobsen, N.B. Johansen e Y.A.Yousef (Hvitved-Jacobsen, T. et al, 1994), tendo sido necessário calcular a área da plataforma efetivamente drenada para o sistema de tratamento.

O perfil transversal tipo adotado para a secção corrente da EN 10-8 foi constituído por uma faixa de rodagem com 7.00 m de largura, com duas vias com 3.50 m cada, e bermas exteriores direitas com 2.50 m pavimentados e 0.75 m relvados. Quando a berma confina com a valeta de plataforma em betão, não foi construída a largura de

0.75 m relevados. O pavimento da faixa prolonga-se nas bermas na largura de 0.30 m, sendo porém a camada de desgaste corrida na faixa e bermas.

Considerando estas características, calcularam-se as seguintes áreas a drenar: (i) Até à descarga no Viaduto (ao km 0+174,33): 2 230 m²; (ii) Após a descarga no Viaduto: 8 870 m² e (iii) Área total a drenar: 11 100 m².

Tendo em consideração os critérios de dimensionamento considerados, a bacia deveria possuir um volume de zona de tratamento de 250 m³ por ha de plataforma efetivamente drenada, pelo que seria necessário um volume de 277,5 m³ para a recolha de 1,11 ha. De forma a facilitar os cálculos o valor foi arredondado para os 280 m³.

A bacia de decantação apresenta uma forma retangular, com um comprimento de 20 m e uma largura de 10 m, atendendo à razão de 1:2 definida nos critérios de dimensionamento adotados.

A descarga da bacia de decantação é realizada a uma altura de 1,4 m, de forma a permitir uma profundidade de efluente que possibilite a entrada de luz no corpo de água, mantendo as condições aeróbias do sistema.

Considerando as dimensões acima referidas, obtém-se a volumetria pretendida (280 m³).

$$\text{Comprimento(m)} \times \text{Largura(m)} \times \text{Altura (m)} = \text{Volume (m}^3\text{)}$$

$$10 \text{ m} \times 20 \text{ m} \times 1,4 \text{ m} = 280 \text{ m}^3$$

No que se refere às características da bacia de decantação, importa ainda referir o seguinte:

- O princípio de tratamento da bacia de decantação ocorre em função do período temporal decorrido entre chuvadas sucessivas. Os critérios de dimensionamento considerados são baseados na estimativa de que um período temporal mínimo de 72 horas entre chuvadas (período de retorno) permite a obtenção de um grau aceitável de tratamento (Hvitved-Jacobsen, T. et al, 1994);
- Em termos de eficiência de bacias de decantação concebidas com os critérios de dimensionamento considerados, é expectável uma remoção de Sólidos Suspensos Totais da ordem dos 80 a 90% e de metais pesados num intervalo de percentagem de remoção entre 40% e 90% (Hvitved- Jacobsen, T. et al, 1994).

Quanto às espécies macrófitas utilizadas no tratamento das águas de escorrência, a bacia de tratamento contém uma camada de terra viva no fundo, de aproximadamente 30 cm, onde se encontram plantadas espécies vegetais que favorecem a retenção de metais pesados do meio hídrico, nomeadamente: (i) *Juncus maritimus* (Junco marítimo); (ii) *Sarcocornia fruticosa* (Gramata); (iii) *Scirpus maritimus* e (iv) *Scirpus tabernaemontanii*.

5.3 Central Solar/Eólica

A energia consumida para a operação do Sistema de Bacias é na sua totalidade de origem renovável. Foi instalado um aerogerador e painéis solares que asseguram a autonomia energética ao longo de todo o dia e das diferentes épocas do ano.

5.4 Manutenção

Uma adequada gestão e manutenção do sistema deve cumprir as exigências de projeto a este nível, sem prejuízo das necessidades constatadas através da monitorização periódica ao seu funcionamento e estado de conservação. Os requisitos de gestão e manutenção correntes do sistema consistem, por exemplo, na limpeza e desobstrução dos órgãos de drenagem, com especial relevo para o coletor ao longo do viaduto, bem como na manutenção da altura da água e da vegetação macrófita da bacia de tratamento. É no Outono, com as primeiras chuvas, que a probabilidade de obstrução dos órgãos de drenagem é maior, enquanto no Verão, se deverá dar especial atenção à adequada altura da água e ao estado da vegetação macrófita, que tem tendência para secar nesta altura.

Contudo, o funcionamento regular das bacias pressupõe igualmente a resposta à ocorrência de derrames acidentais de substâncias perigosas, pelo que se torna imperativo o estabelecimento de um Plano de Emergência que permita, sobretudo, a rápida remoção do conteúdo da bacia de retenção, por entidade autorizada para o

efeito, em particular se o derrame ocorrer em simultâneo com chuva. Tal impedirá que o limite da capacidade do tanque de retenção ou a ocorrência de novo derrame levem à passagem de substâncias perigosas para a bacia de tratamento, e, em último caso, para o sapal.

5.5 Monitorização

De acordo com o projeto de execução, o programa de monitorização do Sistema inclui:

- A verificação e o registo, com periodicidade trimestral, do nível de utilização do tanque de retenção face aos valores de pH considerados no controlador do sistema (com vista à afinação dos mesmos, caso necessário);
- A realização de análises, com periodicidade semestral, da qualidade da água na bacia de tratamento (durante os três primeiros anos de exploração) e com periodicidade anual após este período;
- O acompanhamento da colonização pela vegetação, com periodicidade semestral nos primeiros dois anos, podendo ser mais espaçado nos anos seguintes, em função da evolução do sistema;
- O controlo de alguns aspetos de gestão e manutenção do sistema, tais como: i) o estado do tanque de dissipação de energia em termos de acumulação de carga sólida e condições de corrosão e desgaste; ii) o controlo da manutenção, na bacia de tratamento, do plano de água em nível conveniente; iii) o controlo de que, em termos exteriores, a bacia de tratamento se encontra convenientemente protegida da corrosão ocasionada por condições ambientais; o controlo do estado dos elementos complementares de drenagem do sistema de bacias.

Ainda que não especificado no projeto, as atividades de rotina respeitantes à gestão e manutenção do sistema devem obviamente incluir um programa de controlo e monitorização do estado de integridade e do correto funcionamento de todos os elementos que constituem o sistema. Em resultado destas vistorias poderão ser identificadas outras necessidades de manutenção do sistema de bacias.

6 CONCLUSÕES

A adoção deste tipo de Sistemas deve sempre ser considerado como uma solução de fim de linha, não só pelos custos envolvidos na aquisição dos equipamentos, mas porque por si só são infraestruturas físicas com uma ocupação no terreno que não é desprezável. Por outro lado, deve-se privilegiar a adoção de soluções a montante, indo de encontro aos princípios da Prevenção e Prevenção previstos na Lei da Água.

O Sistema de bacias instalado cumpre com os objetivos para que foi construído, em particular na proteção do sapal do Estuário do Sado, quer em termos da carga poluente associada às escorrências da plataforma da estrada, no que se refere a poluentes resultantes do tráfego rodoviário, quer na retenção de poluentes resultantes de eventuais acidentes rodoviários, dos quais resultem derrames de produtos químicos.

Trata-se assim de um Sistema extremamente robusto e diferenciador, uma vez que apresenta funcionalidades singulares, nomeadamente quanto à sua sustentabilidade energética e à tecnologia de operacionalidade que utiliza. Com a tecnologia instalada torna-se possível medir os valores de pH do efluente com a frequência que se pretenda e parametrizar a gama de valores de pH para os quais se pretende que o sistema de retenção funcione. Por outro lado, o acesso remoto a essa informação a partir do centro de telemática da EP permitirá garantir uma comunicação imediata numa situação de emergência, assegurando uma rápida capacidade de resposta. Outra característica diferenciadora é a utilização do aço galvanizado tendo por base o conhecimento da circulação rodoviária de substâncias consideradas corrosivas das unidades industriais contíguas.

Importa referir no entanto que, apesar de desde já há alguns anos se terem vindo a instalar sistemas deste tipo, existem ainda algumas lacunas quanto ao funcionamento e manutenção deste tipo de equipamentos. A materialização de um sistema deste tipo não é o “Fim”, mas o princípio de um conjunto de desafios que se pretendem superar. No presente caso, e por ser inovador, o sistema encontra-se em fase experimental, de ajustes ao seu funcionamento, com o objetivo de tirar o melhor partido das suas potencialidades.

7 AGRADECIMENTOS

Agradece-se à Arq.^{ta} Ana Cristina Martins e às Eng.^{as} Luísa Vales de Almeida e Maria João Sousa pela disponibilidade que sempre demonstraram, pelo apoio na recolha da informação e por garantirem os recursos necessários à execução do artigo.

8 REFERÊNCIAS

1. A. Barbosa e J. Fernandes, *Avaliação da Eficácia das Medidas de Minimização de Impactes Ambientais Implementadas em Portugal. Sistemas de Tratamento de Águas de Escorrência. Relatório Final Sectorial*, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Departamento de Hidráulica e Ambiente - Núcleo de Recursos Hídricos e Estruturas Hidráulicas, Proc. 0605/1/5517, Lisboa, 2008.
2. A. Caramelo e outros, *Carta de Risco da Península da Mitrena*, Autoridade Nacional da Proteção Civil e Serviço Municipal de Proteção Civil e Bombeiros de Setúbal, 2011.
3. Barbosa, A. E., Telhado, A., Calição, J., Vieira, J., Almeida, L., Fernandes, Vieira, J., Almeida, F., Whitehead, M., Ramísio, P. J., Antunes, P.B., Baguinho, *Directrizes para a Gestão Integradas da Poluição das Escorrências de Estradas em Portugal: G-TERRA*, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, 2011.
4. E. Figueiredo, *Dissertação de Mestrado Pontos Críticos na Caracterização Físico-Química das Águas de Escorrências de Estrada – Estudo do Caso Projeto G-Terra*, Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu, Instituto Politécnico de Viseu, Viseu, 2011.
5. Horizonte de Projecto – Consultores em Ambiente e Paisagismo, Lda, *Projeto de Execução “EN10-8 – Alto da Guerra/Mitrena – 2º lanço – Praias do Sado/Mitrena, Nota sobre a Operação e Gestão do Sistema de Bacias de Retenção/ Decantação*, 2010.
6. Horizonte de Projecto – Consultores em Ambiente e Paisagismo, Lda e Viaprojectos-Consultores de engenharia e arquitectura, Lda., *Projeto de Execução “EN10-8 – Alto da Guerra/Mitrena – 2º lanço – Praias do Sado/Mitrena”, P4.1 – Integração Paisagística e Medidas de Minimização Ambiental, Volume 2 – Projecto de bacias de retenção/decantação*, 2009.
7. Horizonte de Projecto – Consultores em Ambiente e Paisagismo, Lda. e Viaprojectos-Consultores de engenharia e arquitectura, Lda., *Projeto de Execução “EN10-8 – Alto da Guerra/Mitrena – 2º lanço – Praias do Sado/Mitrena”, P4.1 – Integração Paisagística e Medidas de Minimização Ambiental, Volume 3 – Nota Técnica de análise de Incidências Ambientais*, 2005.
8. ICN, Parecer da RNES, *Estrada de Ligação Alto da Guerra/Mitrena – 2º lanço*, ofício 647, 1995.
9. M. Antunes, Parecer do departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente da Universidade Nova de Lisboa, *Estrada alto da Guerra/Mitrena – 2º lanço – parecer sobre as incidências ambientais do traçado sobre a zona do sapal na RNES*, 1995.
10. T. Leitão, M. Henriques e A. Barbosa, *Avaliação da Eficácia das Medidas de Minimização de Impactes Ambientais Implementadas em Portugal. Recursos Hídricos e Solos. Relatório Final Sectorial*, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Departamento de Hidráulica e Ambiente - Núcleo de Águas Subterrâneas e Núcleo de Recursos Hídricos e Estruturas Hidráulicas, Proc. 0607/1/15892, Lisboa, 2008.
11. Trifólio – Estudos e projectos ambientais e paisagísticos, Lda. e Viaprojectos – Consultores de engenharia e arquitectura, Lda., *Projeto de execução – projeto de medidas de minimização V.B - projeto de bacias de decantação/retenção*, 1996.
12. Trifólio – Estudos e projectos ambientais e paisagísticos, Lda. e Viaprojectos – Consultores de engenharia e arquitectura, Lda., *Estudo de Análise Ambiental, “Estrada de Ligação Alto da Guerra – Mitrena (2º lanço)*, 1994.