

7º Congresso da Água
Água – Qualidade de Toda a Vida

PLANEAMENTO E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

A CONTRIBUIÇÃO INOVADORA DE ALBERTO ABECASIS MANZANARES PARA O PROGRESSO DA HIDRÁULICA E PARA A VALORIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS EM PORTUGAL

António de Carvalho Quintela

Professor Catedrático Jubilado. IST. DECivil, Av. Rovisco Pais, 1049-001, Lisboa, +351 218418147

Maria Manuela Portela

Professora Auxiliar. IST. DECivil, Av. Rovisco Pais, 1049-001, Lisboa, +351 218418142, mps@civil.ist.utl.pt

RESUMO: Enquadrada pela homenagem ao Professor Engenheiro Alberto Abecasis Manzanares, que, promovida pelo Departamento de Engenharia Civil, terá lugar em breve no Instituto Superior Técnico, dá-se conta, nesta comunicação, da importância da contribuição de Abecasis Manzanares para o progresso da Engenharia Hidráulica Portuguesa, com destaque para o planeamento integrado de bacias hidrográficas.

Tal contribuição, que se entende constituir herança para uma comunidade técnica sempre apta a reunir-se em torno da temática da água, manifestou-se no campo do ensino, da investigação e do exercício profissional, mediante acções que se influenciaram reciprocamente.

Após breve menção ao percurso científico-técnico de Abecasis Manzanares, caracteriza-se, sucintamente, a inovação que, na qualidade de Professor Catedrático do IST, introduziu no ensino, quer de Hidráulica Teórica – com base numa formulação matemática avançada, associada a profunda análise fenomenológica –, quer de Hidrologia e planeamento hidráulico – numa perspectiva abrangente, muito próxima da que lhe é hoje atribuída.

Refere-se a importante e original investigação que realizou nesses dois âmbitos e mencionam-se alguns dos mais importantes planos gerais e projectos de obras hidráulicas, da sua autoria, destinados à utilização e domínio da água. Destacam-se componentes inovadoras de tais estudos.

PROJECTO HIDROGEST-DÃO – GESTÃO INTEGRADA DOS RECURSOS HÍDRICOS

Celina Ramos de CARVALHO¹; Alexandra Teixeira CARDOSO²

¹Eng.ª Civil, MSc, Hidráulica e Recursos Hídricos. Técnica Superior Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional – Centro, Rua Bernardim Ribeiro, 80. 3000-069 COIMBRA, +351239400100. celina.carvalho@ccr-c.pt

²Eng.ª Civil, Pós-Graduada Engenharia Sanitária. Directora CONSULREDE, Consultoria, Lda. Rua Poeta Bocage, 2, 3º E. 1600-233 LISBOA, +351217111445. alexandra.cardoso@consulrede.pt

RESUMO: Neste artigo pretende-se apresentar o projecto “HIDROGEST-DÃO”, adiante designado por Projecto, que se está a desenvolver na Comissão de Coordenação e de Desenvolvimento Regional do Centro (CCDR Centro).

O objectivo primordial do Projecto é dotar a Administração de ferramentas de apoio à decisão, no domínio da gestão dos recursos hídricos, aplicando os programas de medidas que serão definidos no âmbito deste Projecto para a bacia hidrográfica do rio Dão, de acordo com as estratégias propostas no Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Mondego (PBH Mondego) e com as orientações estabelecidas na Directiva-Quadro da Água (DQA).

O Projecto focaliza as questões consideradas prioritárias no PBH Mondego, entre as quais se destacam: controlo da poluição nos meios hídricos superficiais, objectivos de qualidade para as massas de água superficiais, protecção ecológica das massas de água, protecção das origens de água e recuperação dos custos dos serviços da água.

O Projecto estrutura-se em três fases: a primeira, de sistematização da informação existente, a segunda, de realização de trabalhos de base e a terceira de integração de resultados.

Na 1.ª Fase dos trabalhos elaboraram-se as especificações técnicas dos estudos a realizar na 2.ª Fase que são, designadamente:

- “Levantamento das Utilizações Urbanas, Industriais e Agrícolas na Bacia do Rio Dão”;
- “Elementos de Suporte para a Caracterização da Qualidade Ecológica da Água na Bacia do Rio Dão”;
- “Avaliação dos Custos dos Serviços da Água”;
- “Modelação da Quantidade e da Qualidade da Água e da Poluição Difusa na Bacia do Rio Dão”.

Na 3.ª Fase, e com base nos resultados obtidos na fase anterior, será elaborada a proposta de um modelo de gestão que terá como principal objectivo tornar mais célere e eficaz o licenciamento em Domínio Hídrico.

Com a transposição para o direito nacional da Directiva-Quadro da Água (a futura Lei da Água), iniciar-se-á um novo ciclo no domínio da Política Água o que implicará a elaboração dos Planos de Gestão das Bacias Hidrográficas nela previstos.

Deste modo, pretende-se revelar a utilidade deste Projecto no desenvolvimento dos estudos que integrarão os referidos Planos de Gestão que, obrigatoriamente, Portugal terá de elaborar até 2009, prazo fixado na DQA.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão Integrada de Recursos Hídricos, Directiva-Quadro da Água, Plano de Gestão de Bacia, Apoio à Decisão, Licenciamento.

PROPOSTA DE MODELOS SIMULAÇÃO/OTIMIZAÇÃO PARA GESTÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Cleuda C. Freire

*Professora do Departamento de Águas e Energia/ CTEC / UFAL – Campus A. C. Simões – Tabuleiro dos Martins – Maceió-AL. 57072-970, tel. (0**82) 214-1273, cleudafreire@bol.com.br*

Carlos R. F. Júnior

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – IPH/UFRGS; Avenida Cauduro, nº 166, aptº 202, Bom Fim, Porto Alegre – RS, 90035-110, (51) 3268-8644, crfjunior@zipmail.com.br

Christopher F. Souza

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – IPH/UFRGS; Avenida Cauduro, nº 166, aptº 202, Bom Fim, Porto Alegre – RS, 90035-110, (51) 3268-8644, christophersouza@hotmail.com

Diogo C. Buarque

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – IPH/UFRGS; Avenida Cauduro, nº 166, aptº 202, Bom Fim, Porto Alegre – RS, 90035-110, (51) 3268-8644, diogocb@hotmail.com

RESUMO: A água é um recurso mineral multifuncional vulnerável, finito e escasso, de valor relevante ao bem estar de qualquer comunidade (BRASIL 9.433, 1997). Com o crescimento populacional e as novas necessidades de consumo do homem, a demanda pelo uso da água aumenta aliada a uma diminuição da oferta em termos de qualidade e quantidade. Devido a sua importância, faz-se necessário buscar meios eficientes para administrar seus usos e conflitos.

A criação de leis com o objetivo de ordenar e estabelecer regras para o uso da água, bem como a implantação de instrumentos operacionais que proporcionem quantificar, controlar e conservar os recursos hídricos se fez então necessária e, em alguns casos, foi atribuído valor econômico aos recursos hídricos com a finalidade de incentivar a racionalização do uso e dar ao usuário uma indicação do seu real valor (Freire *et al.*, 2001).

Os recursos hídricos subterrâneos, de forma semelhante aos superficiais, são também objetos de gestão, uma vez que ambos compõem o ciclo hidrológico. A procura pela água subterrânea vem crescendo rapidamente em todo o mundo estimulada não só pela degradação da água superficial, mas também por seus próprios atributos como, por exemplo, boa qualidade e baixo custo (Freire *et al.*, 2001). A outorga da água superficial atualmente já está sendo bastante fluente nos órgãos gestores do Brasil, porém, no caso da água subterrânea, as dificuldades para a implementação ainda são grandes em virtude da falta de instrumentos que auxiliem a estes órgãos.

A aplicação de um modelo de simulação, através dos elementos finitos, aliado a dois modelos de otimização (um com finalidade de maximizar as extrações e outro com finalidade de minimizar os custos operacionais, para uma exploração máxima admissível), é proposta com o objetivo de contribuir para o processo de emissão da outorga, um dos instrumentos instituídos pela Política Nacional de Recursos Hídricos, visto que esta ferramenta considera, além do aspecto físico do aquífero, a sua melhor gestão.

O Método dos Elementos Finitos é considerado eficiente e bastante utilizado em problemas de engenharia, fato comprovado no problema de fluxo de águas subterrâneas aqui proposto. Deve-se observar que esse método foi aplicado a uma situação específica onde a malha de discretização foi feita sem possibilidade, *à priori*, de refinamento.

Considerando os aspectos físicos do aquífero e da região onde se encontra, além da utilização de um cenário para simulação que se traduz numa situação hipotética de estudo, nota-se que o programa apresentou resultados esperados como uma indicação do fluxo da água. Isto verificou-se

tanto na ocorrência de bombeamentos quanto nas otimizações, onde foram obtidos os valores ótimos de vazão que cada bomba pode captar atendendo às restrições adotadas.

Partindo do cenário idealizado, podemos verificar a obtenção de resultados satisfatórios com relação às vazões admissíveis, uma vez que as mesmas estão enquadradas em um intervalo previamente definido e satisfazem às restrições prescritas pelo usuário do modelo.

O modelo permite ainda a adoção de outros cenários de bombeamento para os poços, caso seja necessário, como por exemplo a fixação da extração realizada por algum (ou alguns) dos poços e valores máximos ou mínimos de extração. Assim, o órgão gestor poderá conceder a outorga conforme o que foi requerido e caso alguma das restrições não seja satisfeita, o modelo alerta ao tomador de decisão da impossibilidade de atendê-las, devendo então o usuário adequar o seu pedido às condições hidrogeológicas do aquífero com vistas à manutenção da sua sustentabilidade.

Este estudo leva em consideração, até o momento, a análise quantitativa ótima da extração de água subterrânea através de poços com coordenadas pré-definidas pelo usuário. Aperfeiçoamentos futuros tornarão este programa mais completo, como uma possível análise quanto aos dados topográficos da região, um maior ou menor refinamento da malha de elementos finitos e/ou o desenvolvimento de uma interface gráfica, em ambiente MATLAB, proporcionando um melhor manuseio do usuário junto ao programa.

REFERÊNCIAS

a) Artigo de Anais

FREIRE, C. C., KIRCHHEIM, R. E. & COTA, S. S.. *Análise dos Efeitos Hidrogeológicos da Isenção de Outorga*, IV Diálogo Interamericano de Gerenciamento de Águas, Foz do Iguaçu/PR, 2001.

b) Lei

BRASIL. Lei nº 9.433 de 08 de Janeiro de 1997. Política Nacional de Recursos Hídricos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 09 de Janeiro de 1997

AS ÁGUAS PÚBLICAS NA BACIA DO AVE

Uma perspectiva do ordenamento do território no início do século XX

Francisco S. COSTA

Assistente, Universidade do Minho, Campus de Azurém, 4810 Guimarães, +351.253.510560, francisco@geografia.uminho.pt

RESUMO: Os pedidos de licenciamentos nas águas públicas do Rio Ave, no início do século XX, mostram uma multiplicidade de usos e utilizações, ligados a factos, situações e problemáticas de grande interesse: - a construção, principalmente, de muros, ramadas, açudes, moinhos, e pontes; - os pedidos de reconstrução, reparação, substituição e ampliação; - o encanamento, o desvio e a cobertura de correntes de água; - a colocação de engenhos de serração de madeira, engenhos de linho e de cobertura de moinhos de verão; - a mergulhia, a maceração e a trituração do linho; - a utilização recreativa das águas, o registo de barcos de recreio e das barracas de praia; - a limpeza e desobstrução do leito das linhas de água; - os aproveitamentos hidráulicos e hidroeléctricos; - a utilização da água para a rega e a lima dos campos marginais ou não; - o corte de árvores; - o repovoamento dos rios...

Também à 1ª Direcção dos Serviços Fluviais e Marítimos, davam entrada autos relacionados com as transgressões hidráulicas e aquícolas, que retractavam diferentes tipos de infracções. Reclamações, queixas e pedidos de informação, quer por parte de particulares, quer por parte de entidades públicas, eram também habituais.

Esta comunicação pretende dar a conhecer algumas “histórias” ligadas ao ordenamento das águas públicas do Rio Ave, a partir de registos da 2ª Secção da 1ª Direcção dos Serviços Fluviais e Marítimos, desde 1902 até à Lei das Águas de 1919.

PALAVRAS-CHAVE: Rio Ave, águas públicas, Serviços Fluviais e Marítimos, licenciamento, usos.

OS APROVEITAMENTOS HIDRÁULICOS E HIDROELÉCTRICOS DO RIO AVE NO PERÍODO 1902-1936

Francisco S. COSTA

Assistente, Universidade do Minho, Campus de Azurém, 4810 Guimarães, +351.253.510560, francisco@geografia.uminho.pt

Resumo: A implantação das primeiras grandes fábricas algodoeiras que, no final do século XIX, se instalaram no Vale do Ave, ficou indissociavelmente ligada ao aproveitamento da água como força motriz, as quais vieram a ter um papel pioneiro e inovador na industrialização da área. A quase monoespecialização algodoeira do Vale do Ave, reflectia uma implantação industrial difusa que, numa primeira fase, tendeu a seguir os cursos de água para aproveitamentos hidráulicos. No Vale do Ave e dos seus afluentes, onde as pequenas unidades industriais e as práticas agrícolas se tinham instalado ao longo do tempo, a partir do aproveitamento das águas de pequenos açudes, vão surgir agentes, que vão aproveitar essas mesmas estruturas. Pretende esta comunicação dar um contributo na compreensão do surgimento de alguns destes aproveitamentos ao longo das primeiras décadas do século XX, da utilização da água e no papel dos cursos de água da Bacia do Ave na própria produção de energia motora.

Palavras-chave: Rio Ave, industrialização, aproveitamento da água, energia hidráulica, instalações hidroeléctricas.

METODOLOGIAS PARA O PLANEAMENTO E GESTÃO SUSTENTÁVEIS DOS RECURSOS HÍDRICOS Com ênfase nos Recursos Hídricos Subterrâneos

Helena S. FERREIRA

Engª do Ambiente, candidata a doutoramento em Engenharia do Ambiente pelo IST, CVRM – Centro de Geossistemas do IST, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001, Lisboa, +351 21 841 72 47, helena.ferreira@ist.utl.pt

André BOTEQUILHA LEITÃO

Engº Biofísico, Mestre em Georrecursos e Doutor em Engenharia do Ambiente pelo IST, CVRM – Centro de Geossistemas do IST, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001, Lisboa, +351 21 841 72 47, andre.b.leitao@alfa.ist.utl.pt; Department of Landscape Architecture and Regional Planning, University of Massachusetts at Amherst, 109 Hills North, Amherst MA 01003, USA, +1 413 545 6644, abl@lar.umass.edu

Luís RIBEIRO

Professor Auxiliar do Instituto Superior Técnico, Presidente do CVRM – Centro de Geossistemas do IST, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001, Lisboa, +351 21 841 72 47

RESUMO: Os recursos hídricos subterrâneos (RHS) possuem uma importância estratégica decisiva em especial no âmbito de condições climáticas e ambientais como as de Portugal. No entanto, pelo facto de serem “invisíveis”, só recentemente a sua importância começou a ser reconhecida. O planeamento espacial tem descurado este tipo de recursos, focando-se tradicionalmente nos usos e actividades que ocorrem na parte visível do território. São portanto necessárias metodologias que promovam uma maior integração dos RHS com as várias disciplinas tradicionalmente incluídas no planeamento espacial. O Ordenamento Sustentável do Território (OST) baseia-se numa abordagem holística e sistémica procurando considerar as diversas inter-relações que ocorrem em todos os componentes da paisagem, incluindo as que se dão entre os sistemas naturais e humanizados. O OST é potencialmente aplicável ao planeamento e gestão integrados de recursos naturais como a água.

O presente artigo relata a primeira fase de um trabalho de investigação que pretende contribuir para o processo de planeamento através da aplicação do OST ao Planeamento e Gestão dos RHS. Pretende-se nomeadamente: (1) construir uma metodologia para o planeamento da estrutura da paisagem, incluindo a delimitação de zonas de protecção dos RHS (ex: Reserva Ecológica Nacional) (2) contribuir para o conjunto de procedimentos habitualmente designados por Boas Práticas de Gestão (BPG) (3) desenvolver indicadores estruturais que permitam monitorizar e avaliar impactos sobre os RHS e (4) articular a protecção dos RHS e as ferramentas de planeamento e gestão desenvolvidas com os instrumentos de planeamento e a legislação nacional e comunitária.

As zonas de interface, como é o caso dos ecótonos, têm um grande potencial enquanto zonas-chave da paisagem para intervenção ao nível da minimização de impactos sobre os RHS e maximização de benefícios dos RHS. Por esta razão poderão vir a ser elementos importantes da investigação em curso.

PALAVRAS-CHAVE: Recursos Hídricos Subterrâneos, Ordenamento Sustentável do Território, Ecologia da Paisagem, Zonas de protecção, Boas Práticas de Gestão, Indicadores, Ecótonos.

PLANO DE ORDENAMENTO DA ALBUFEIRA DA TAPADA GRANDE

Miguel GAMBOA

PROCESL - Engenharia Hidráulica e Ambiental, Lda., SintraCascais Escritórios-Rua da Tapada da Quinta de Cima-Linhó
2714-555 SINTRA, +351-21-910 45 87, mgsilva@procesl.pt

Luis Gravata FILIPE

PAL - Planeamento e Arquitectura, Lda., Av. Defensores de Chaves, 23- 7º, 1000-110 LISBOA, +351-21- 354 62 93, lgrf@pal.pt

RESUMO : No âmbito do Plano de Ordenamento da Orla Costeira Sines-Burgau (POOC Sines-Burgau), foram estabelecidas unidades operativas de planeamento e gestão (UOPG), cuja gestão deve obedecer às orientações consignadas no POOC, devendo ser elaborados planos que organizem os usos e actividades nessas unidades da orla costeira com o objectivo de protecção e valorização dos recursos existentes, designados por Planos de Arranjo da Orla Costeira (PAOC).

A UOPG6 – Ponta da Carrapateira localiza-se no concelho de Aljezur, no Parque Natural do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina (PNSACV), e abrange a faixa costeira entre as praias da Bordeira e do Amado. Trata-se de uma faixa costeira de elevada sensibilidade ecológica, com intensa procura das duas praias nos meses de Verão e dos pescueiros durante largos períodos do ano, onde se observa escassez de infra-estruturas ou de equipamentos que satisfaçam a procura referida, e que regista actualmente uma acentuada degradação devida ao acesso desordenado ao rebordo das arribas por veículos automóveis e pelo estacionamento caótico que se observa na proximidade das duas praias e das arribas.

O PAOC que se apresenta foi promovido pelo Núcleo de Aljezur do PNSACV e contempla a elaboração dos planos das duas praias referidas (planos de praia) e do ordenamento do estacionamento e dos acessos aos pesqueiros existentes no trecho da orla costeira entre aquelas duas praias.

A elaboração do PAOC teve que atender às tipologias das praias e respectivos limites e capacidades de carga estabelecidos no POOC, procurando-se compatibilizar as várias sensibilidades em presença, através de soluções que garantissem a requalificação dos vários espaços, a fruição da orla costeira em condições de segurança, o aumento de atractividade da área e, simultaneamente, a protecção dos valores naturais.

Na presente comunicação apresentam-se as soluções de ordenamento desenvolvidas, abrangendo a localização e características funcionais dos equipamentos dos apoios de praia, saneamento, recuperação dunar, criação de acessos às praias e estacionamentos, limitação de acesso ao rebordo das arribas por veículos automóveis e definição de transporte ligeiro alternativo de acesso às praias, estabelecimento de plataformas e pequenos “fortins” de observação da orla costeira e da vegetação integrados num percurso interpretativo de ligação entre as duas praias, passando pelo Pontal da Carrapateira. Destacam-se também as acções de monitorização e vigilância que visam assegurar a manutenção e salvaguarda das infra-estruturas e equipamentos estabelecidos no PAOC, assim como a protecção dos recursos naturais.

PALAVRAS-CHAVE: Ponta da Carrapateira, Plano de praia, Ordenamento, Orla costeira, Apoios de praia.

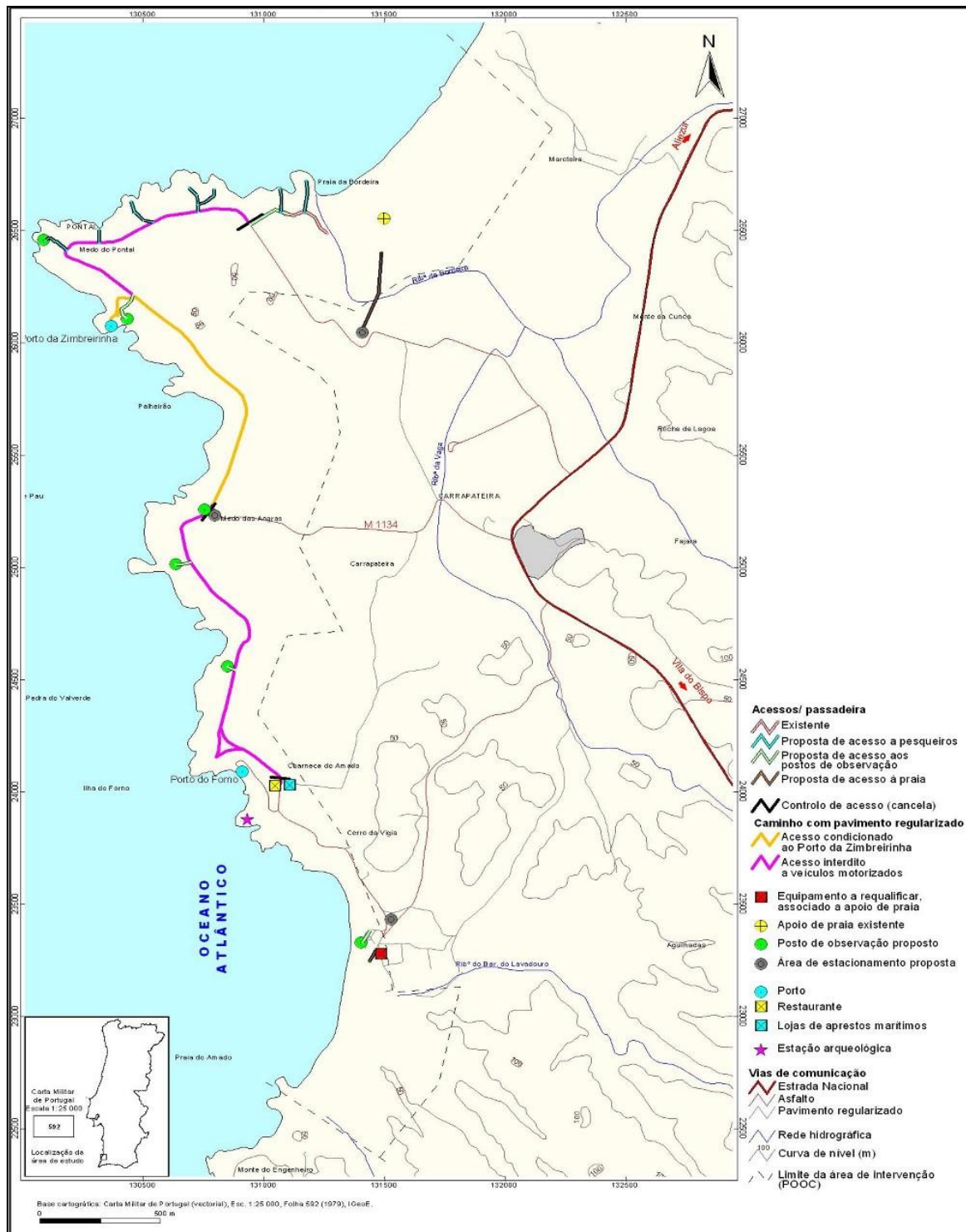


Figura 1 Localização e enquadramento das principais intervenções



PROTECÇÃO DOS MEIOS HÍDRICOS E QUALIDADE AMBIENTAL

IMPACTE DO SISTEMA ALQUEVA-PEDROGÃO NA HIDRODINÂMICA E SALINIDADE DO ESTUÁRIO DO GUADIANA

André B. FORTUNATO

Doutor em Eng.^{ia} do Ambiente, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066, Lisboa, +351-218443425, afortunato@lnec.pt

Anabela OLIVEIRA

Doutora em Eng.^{ia} do Ambiente, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066, Lisboa, +351-218443631, aoliveira@lnec.pt

Lígia PINTO

Mestre em Ciências Geofísicas, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066, Lisboa, +351-218443613, lpinto@lnec.pt

RESUMO: A entrada em funcionamento dos empreendimentos de Alqueva-Pedrogão e de Andévalo-Chanza irá alterar o regime de caudais afluentes ao estuário do Guadiana, afectando indirectamente o comportamento físico, químico e biológico do estuário. O presente trabalho, inserido num estudo interdisciplinar sobre estas alterações, descreve as mudanças que se prevêem na hidrodinâmica e na intrusão salina.

As previsões foram efectuadas com modelos numéricos bidimensionais validados com dados de campo. Os resultados foram condensados através de integrações espaciais e temporais, para descrever de forma perceptível grandezas com elevada variabilidade no tempo e no espaço. A avaliação das alterações baseou-se na comparação com os valores obtidos para a situação actual, para anos secos, médios e húmidos.

As alterações na hidrodinâmica foram caracterizadas através dos tempos de residência médios e da estratificação salina. Os tempos de residência diminuem em anos secos e um aumentam em anos húmidos, conduzindo a uma menor diferenciação entre anos húmidos, médios e secos (Figura 1). A estratificação diminui em resultado dos menores caudais, mas mantém-se o desenvolvimento regular de estratificação parcial ou total nos vários tipos de anos.

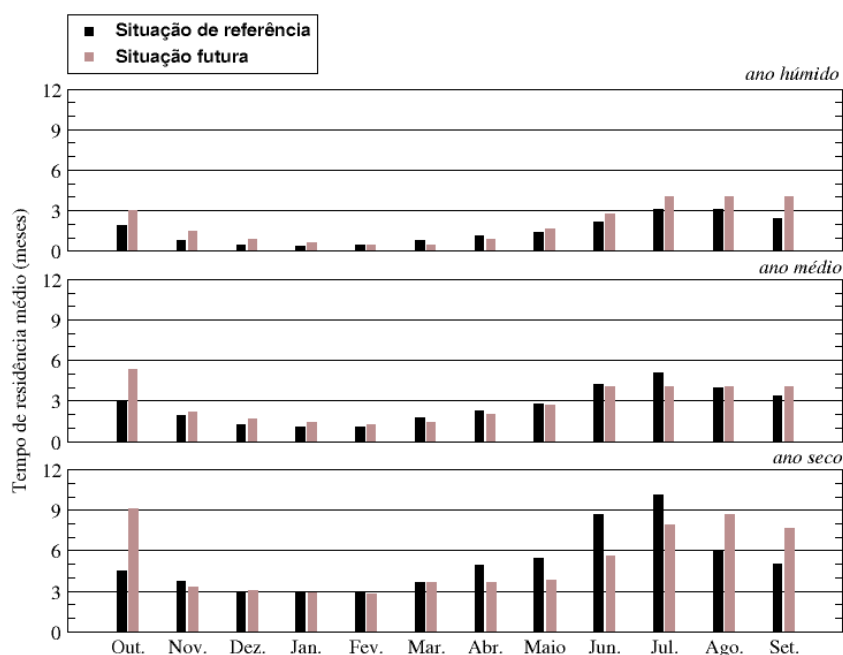


Figura 1 Tempo de residência médio no estuário do Guadiana para as situações de referência (preto) e futura (cinza).

As alterações na salinidade foram caracterizadas fundamentalmente através dos limites de intrusão salina, do zonamento do estuário nas várias classes halinas e da distribuição dos tempos de

permanência em cada classe. A intrusão salina aumenta geralmente alguns quilómetros devido à diminuição do caudal, em particular em Setembro e Outubro. Este aumento é significativo em anos húmidos (Figura 2) e médios. Este aumento conduz também ao deslocamento para montante das várias classes halinas e das zonas com maior gama de salinidade.

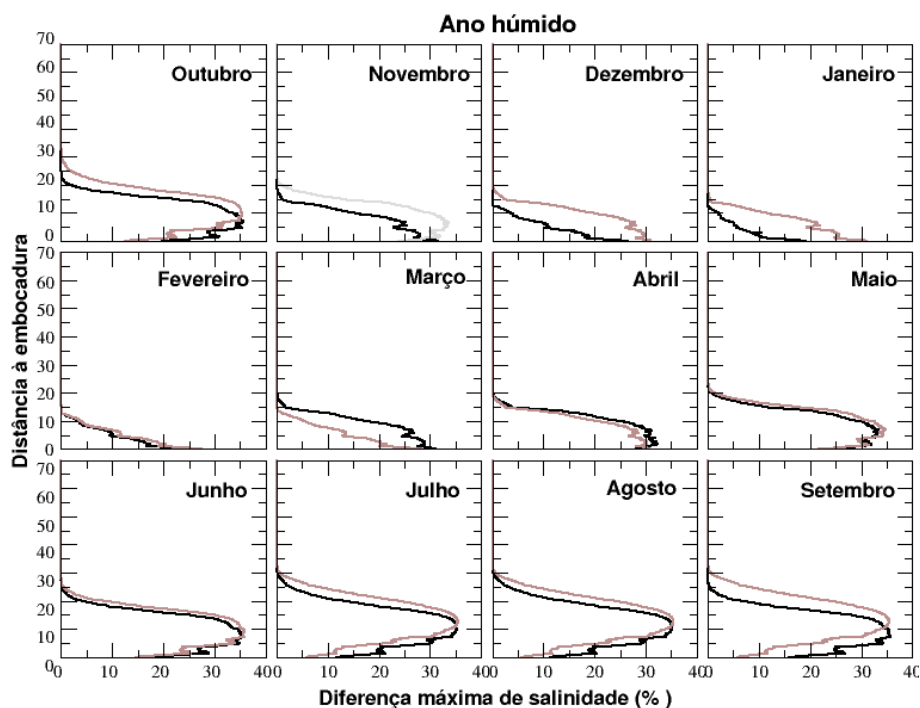


Figura 2 Diferença máxima de salinidade integrada no eixo longitudinal do estuário para ano húmido: situação referência (preto) e situação futura (cinza)

O tempo de permanência da salinidade numa classe halina é definido como a percentagem de tempo em que a salinidade pertence a esta classe. As maiores variações dos tempos de permanência ocorrem nos meses de menor caudal, sendo assim mais relevantes em anos secos. Nos anos húmidos e médios, as maiores alterações ocorrem em Setembro e Outubro, apesar das maiores alterações de caudal (em valor absoluto) ocorrerem nos meses de Inverno. Quando o caudal é superior a 20 m³/s, a mistura entre água doce e costeira ocorre principalmente junto à embocadura, onde o efeito do caudal é reduzido e as trocas com a zona costeira são importantes.

Em resumo, as alterações na hidrodinâmica e salinidade do estuário do Guadiana provocadas pela operação recomendada para os empreendimentos de Alqueva-Pedrogão e Andévalo-Chança serão modestas.

Bibliografia

FORTUNATO, A.B.; OLIVEIRA, A.; ALVES, E. – “Circulation and Salinity Intrusion in the Guadiana Estuary”, *Thalassas*, 18:2, 2002a, pp. 43-65.

PINTO, L. - *Estratificação salina no estuário do Guadiana*, Tese de Mestrado, LNEC, 2003, TM15.

CARGAS E ORIGENS DE DESREGULADORES ENDÓCRINOS EM EFLUENTES DE ÁGUAS RESIDUAIS – O CASO DO SISTEMA DE SANEAMENTO DA COSTA DO ESTORIL.

Alexandre MONIZ DE BETTENCOURT.

*Prof. Associado Agregado, Departamento de Ecologia, Universidade de Évora, e Grupo de Biogeoquímica.–IMAR,
Rua Romão Ramalho, 59, 7000-671 Évora e-mail:- np66l@mail.telepac.pt*

Maria Pilar PESTANA

Assessora, Instituto Hidrográfico, Rua das Trinas 49, 1249-093 Lisboa e-mail:- quimica@hidrografico.pt.

Maria Helena MARECOS

*Eng. Quim. Esp. Eng. San., Doutora, Directora Estudos e Desenvolvimento, SANEST - R. Flor da Murta, 2770-064 Paço de Arcos,
hmarecos@sanest.pt*

José SALDANHA MATOS

Prof. Associado SHRH, DECivil, IST, Av. Rovisco Pais 1049-001 Lisboa, +351.21.8418371, jsm@civil.ist.utl.pt

RESUMO: Dos cerca de onze milhões de substâncias químicas conhecidas e das setenta mil actualmente comercializadas, cerca de setecentos compostos orgânicos podem ser encontrados em água de abastecimento. Nas águas residuais, juntam-se a estes compostos outros resultantes da poluição urbana e industrial, nomeadamente provenientes de águas pluviais.

Muitos destes compostos, e os seus metabolitos, são conhecidos, há anos, pelo carácter persistente e altamente tóxico a longo prazo, e alguns, como mutagénicos e carcinogénicos.

Parte destes compostos têm também uma origem predominantemente difusa. Dioxinas, Furanos, Triazinas, Acetamidas e Ácidos Fenoxicos foram recentemente detectados em escoamentos pluviais. São também numerosos os estudos sobre o impacto destes poluentes no ambiente marinho.

No âmbito desta comunicação serão apresentados resultados de análises de PCB's, DDT's, Lindano, Endrina, Dieldrina, Aldrina e Hexaclorobenzeno, obtidos nos efluentes do Sistema de Saneamento da Costa do Estoril.

O Sistema de Saneamento da Costa do Estoril é constituído por um longo interceptor, diversos emissários e diversas instalações elevatórias, que bombeiam as águas residuais das zonas baixas, servindo uma população actual de cerca de 700.000 habitantes equivalente, numa bacia de cerca de 22.000 há e que inclui a totalidade dos Concelhos de Cascais e Oeiras e parte dos Concelhos de Amadora e Sintra.

Embora o sistema tenha sido concebido com separativo de águas residuais domésticas, em tempo de chuva, drena também alguns caudais de origem pluvial. Os resultados permitem evidenciar tendências, em termos de origem pontual ou difusa dos poluentes detectados.

PALAVRAS-CHAVE: Águas residuais; desreguladores endócrinos; poluição difusa; Poluição pontual.

DETERMINAÇÃO DE VALORES LIMITE DE EMISSÃO PARA SUBSTÂNCIAS PERIGOSAS DA LISTA II DA DIRECTIVA 76/464/CEE

Anabela R. S. REBELO

Lic. Química Industrial, CCDR Algarve, Rua Dr. José de Matos n.º 13, 800-503 Faro, +351.289.889000, anabela.rebelo@dra-alg.min-amb.pt

RESUMO: A Directiva 76/464/CEE, de 4 de Maio de 1976, estabelece a necessidade da protecção do meio aquático contra a poluição causada por determinadas substâncias persistentes, tóxicas e bioacumuláveis, designadas por substâncias perigosas.

A Directiva estipula duas listas de substâncias (Lista I e II), cujos objectivos são eliminar a poluição causada por substâncias da Lista I e reduzir a poluição causada por substâncias da Lista II.

Para dar cumprimento a esta Directiva, está em curso a adopção de Programas de Redução de Poluição (PRP) para algumas substâncias da Lista II, os quais prevêem a necessidade de se estabelecer valores limite para as descargas das substâncias em apreço, adequados à escala regional e da bacia hidrográfica ou local em função das características técnicas das unidades industriais existentes, sua localização geográfica e objectivos de qualidade específicos para o meio receptor hídrico, cuja definição será da responsabilidade das Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional.

PALAVRAS-CHAVE: Substâncias perigosas, Valor limite emissão

MODELAÇÃO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA NA RIA FORMOSA

Anabela N. Venâncio

Estagiária, EST_Ualg, Campus da Penha, 8005-139, Faro, + 351 289 800124

Alberto M. Brito

Mestrando, EST_Ualg, Campus da Penha, 8005-139, Faro, + 351 289 800124

Flávio MARTINS

Doutorado, EST_Ualg, Campus da Penha, 8005-139, Faro, + 351 289 800124

Margarida REIS

Mestrando, EST_Ualg, Campus de Gambelas, 8000-117 Faro, + 351 289 800995

RESUMO: Este estudo integra-se numa avaliação hidrodinâmica e monitorização microbiológica da qualidade da água da Ria Formosa. A monitorização foi implementada pela DRAOT Algarve com a colaboração da EST, da FCMA e do IST.

O objectivo deste estudo é avaliar o efeito das descargas de efluentes das ETAR's (Faro, Olhão e Tavira), na qualidade da água da Ria e o seu impacto nos moluscos bivalves através de monitorização de coliformes fecais (CF) em água e bivalves e posterior modelação de ambos os processos. O estudo usa como norma o Dec. Lei nº236/98 de 1 de Junho. Numa primeira etapa procura-se saber como evoluem as plumas de CF na coluna de água, posteriormente analisa-se o comportamento dos bivalves, quando expostos a uma certa concentração de CF existente na água. Desenvolveu-se para isso um modelo de bioacumulação.

A metodologia usada no trabalho foi baseada no sistema de modelos MOHID, um sistema modular integrado que permite simular variáveis hidrodinâmicas e parâmetros da qualidade de água. Neste caso utilizam-se como traçadores os coliformes fecais, considerados indicadores de contaminação fecal. Para simular a retenção de CF pelo bivalve foi desenvolvido um modelo de bioacumulação.

Numa primeira fase foi efectuada a calibração dos modelos. Na calibração do modelo hidrodinâmico compararam-se directamente os campos de correntes produzidos pelo modelo com os valores reais de registos históricos. Para a calibração do modelo lagrangiano usaram-se as medições efectuadas para a monitorização de CF. A calibração do modelo de bioacumulação foi efectuada através de ensaios laboratoriais de modo a determinar constantes (taxas de eliminação e acumulação) que caracterizam o comportamento dos bivalves e de medidas de campo de CF.

A aplicação do modelo lagrangiano em conjugação com o hidrodinâmico permitiram mostrar a dinâmica da pluma de CF na coluna de água concluindo-se que de uma forma global nos pontos próximos das descargas existem valores de concentrações mais elevados e menores nos pontos mais afastados pois estes sofrem o efeito de diluição, figura 1.

Os resultados obtidos da aplicação do modelo de bioacumulação permitiu classificar a Ria em várias classes de apanha de bivalves em função da distância de descarga, conforme o estabelecido no Dec. Lei nº 293/98 de 18 de Setembro. Assim, para uma descarga de $1E+04$ NMP/100ml de CF, a Ria apresenta todas as classes de apanha permitida (figura 2).

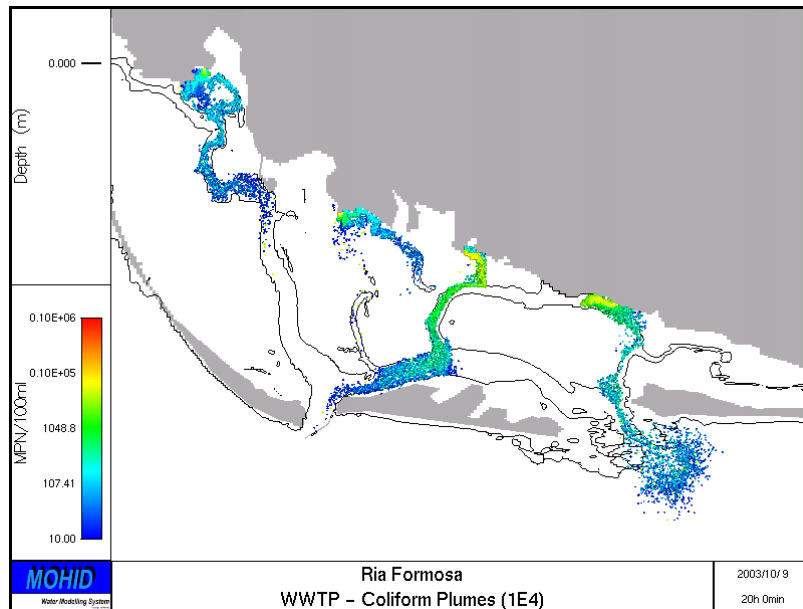


Figura 1: Plumas de emissão de coliformes fecais das ETAR's de Faro e Olhão em Maré-vazia. Concentração à saída 1×10^4 NMP/100ml

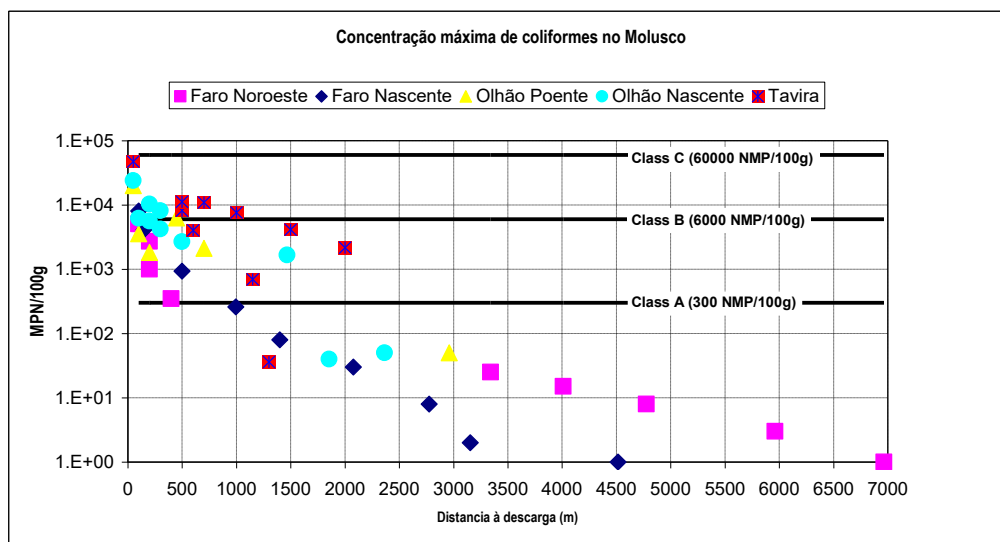


Figura 2: Variação da concentração de coliformes no molusco em função da distância à descarga (Faro-Olhão e Tavira, concentração de descarga 1×10^4 NMP/100ml)

Uma conclusão importante deste trabalho é que a acumulação de CF pelos bivalves depende não só da distância relativamente à localização da descarga e do valor da concentração dessa descarga mas também do tempo que os bivalves se encontram expostos a essa concentração de CF na água. É por isso possível encontrar concentrações baixas de coliformes na carne de bivalves localizados em regiões perto das ETAR's mas onde, devido à variação da posição da pluma com a maré, o tempo de exposição é pequeno. Pelo contrário é possível encontrar bivalves com concentrações altas de coliformes na carne, em locais com baixa concentração na coluna de água mas elevado tempo de exposição.

TRATAMENTO De ÁGUAS RESIDUAIS EM REFINARIAS ENQUADRAMENTO GERAL

BARROS Lia C.; FRANCO Maria J.; MANO António P.

– Eng.ª Química e Sanitarista, Projectista, lreis@hidroprojecto.pt.

– Eng.ª Química e Sanitarista, Coordenadora Técnica, mifranco@hidroprojecto.pt.

– Doutor em Engenharia Sanitária, Professor Auxiliar da UNL/FCT, Director Técnico, amano@hidroprojecto.pt.

HIDROPROJECTO – ENGENHARIA E GESTÃO, S.A., Portugal

Av. Marechal Craveiro Lopes, N.º 6, 1749-010 Lisboa

Telefone: +351 217 513 000; Fax: +351 217 513 001

RESUMO: Neste artigo é apresentada uma revisão relativa ao estado-da-arte do tratamento dos efluentes gerados na indústria petroquímica, em particular, em refinarias, resumindo-se as principais dificuldades com que o tratamento deste tipo de efluentes se depara, apresentando-se igualmente uma síntese das diferentes tecnologias disponíveis e habitualmente utilizadas.

Após uma abordagem sobre a indústria petrolífera, é apresentada uma caracterização geral – qualitativa e quantitativa – das águas residuais produzidas numa refinaria. Identificam-se os parâmetros que oferecem maior dificuldade ao cumprimento do quadro institucional em vigor, a nível internacional, nacional e, especificamente, no Complexo Industrial de Sines.

Resume-se o conjunto das operações e processos de tratamento mais comumente utilizados, bem como as principais inovações que têm vindo a sofrer por forma a procurar garantir o cumprimento das crescentes exigências legislativas impostas pela necessidade de protecção ambiental dos meios receptores.

A variação da qualidade dos efluentes produzidos constitui uma das principais dificuldades associadas ao seu tratamento, sendo dado especial relevo à necessidade de proceder ao desenvolvimento de estudos à escala laboratorial, piloto e “in situ”, para uma melhor adequação dos processos a implementar, uma vez que estes envolvem, normalmente, custos consideravelmente significativos.

Acentua-se a necessidade de avaliar, *a priori*, a possibilidade de redução e, ou de tratamento do efluente na origem, com consequentes benefícios directos a nível económico, processual e de impacte ambiental.

CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS MINERAIS NATURAIS E DE NASCENTE DE PORTUGAL SEGUNDO AS SUAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

Carla LOURENÇO

Geóloga, Divisão de Recursos Hidrogeológicos e Geotérmicos do Instituto Geológico e Mineiro, Rua Almirante Barroso, 38, 1050-025 Lisboa, carla.lourenco@igm.pt

Luís RIBEIRO

Engº de Minas (IST), Professor Auxiliar (IST) CVRM – Centro de Geosistemas do Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, nrrib@alfa.ist.utl.pt

RESUMO: As águas minerais naturais possuem características que as distinguem das outras águas subterrâneas, como sejam os níveis de estabilidade dos parâmetros físico-químicos que as caracterizam.

Este tipo específico de recurso não possui limites recomendáveis ou admissíveis para a grande maioria dos parâmetros físico-químicos. Apenas para alguns constituintes das águas minerais naturais (na grande maioria iões vestigiários) são estabelecidos limites de concentração, de acordo com a Directiva 2003/40/CE da Comissão, de 16 de Maio.

No caso das águas de nascente (bem como para as águas de consumo humano), os limites de concentração dos parâmetros físico-químicos encontram-se definidos no Decreto-Lei nº 243/2001, de 5 de Setembro.

A grande maioria das águas portuguesas engarrafadas (minerais naturais e de nascente) são hipossalinas, correspondendo a mais de 75% do total das águas, reflectindo deste modo o gosto dos portugueses por este tipo de águas.

Nesta comunicação descrevem-se as estruturas de inter-relação existentes entre os principais parâmetros e os diferentes tipos de água e é proposta uma classificação dessas águas com base nas similitudes e oposições entre elas e construída a partir de águas-padrão com perfis físico-químicos diametralmente opostos.

Para esse efeito serão utilizados métodos da análise multivariada de dados nomeadamente a Análise em Componentes Principais e a Classificação Ascendente Hierárquica.

PALAVRAS-CHAVE: Águas minerais, Análise em Componentes Principais, Classificação Ascendente Hierárquica,

ESTUDO DA POLUIÇÃO CAUSADA PELO TRÁFEGO RODOVIÁRIO NOS SOLOS E NAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, REALIZADO NA EN10 – RECTA DO CABO

Catarina DIAMANTINO¹; Teresa E. LEITÃO² e Manuel Oliveira da SILVA³

¹Mestre em Geologia Económica e Aplicada, Bolseira de Doutoramento FCT/LNEC no Núcleo de Águas Subterrâneas, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. do Brasil, 101, P-1700-066 Lisboa, +351 21 844 3561, E-mail: cdiamantino@lnec.pt

²Doutora em Hidrogeologia, Investigadora Principal no Núcleo de Águas Subterrâneas do DHA/LNEC, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. do Brasil, 101, P-1700-066 Lisboa, +351 21 844 3802, E-mail: tleitao@lnec.pt

³Professor Catedrático da FCUL - Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Campo Grande, Edifício C5, 1749-016 Lisboa, +351 21 750 0000, E-mail: mosilva@fc.ul.pt

RESUMO: A comunicação que em seguida se descreve está inserida no âmbito de uma tese de mestrado em Geologia Económica e Aplicada, realizada na Faculdade de Ciências de Lisboa, e no âmbito de um projecto Comunitário que se designou por POLMIT “*Pollution of groundwater and soil by road and traffic sources: dispersal mechanisms, pathways and mitigation measures*”, que contou com a colaboração portuguesa do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC). O primeiro Estudo referido (Diamantino, 2002 e 2003) e os resultados que dele se obtiveram apresentam-se nesta comunicação, tendo sido igualmente apresentados no Seminário das Águas Subterrâneas, em Fevereiro de 2003.

Um dos principais objectivos deste estudo consistiu na avaliação e análise dos efeitos da poluição causada pelo tráfego rodoviário e pelas estradas nos solos e nas águas subterrâneas, existentes numa pequena parte do troço da Estrada Nacional nº 10 (Recta do Cabo). O tráfego rodoviário produz, por combustão e desgaste dos veículos automóveis e do pavimento da estrada, quantidades consideráveis de substâncias poluentes do ambiente. Referem-se os poluentes mais comuns e o modo como é realizada a sua propagação para o ambiente circundante, nomeadamente através da dispersão pelo vento e o transporte através das águas de escorrência. Apresenta-se uma breve descrição da parte experimental deste estudo que visou essencialmente a aplicação de diferentes metodologias de monitorização dos diferentes meios adjacentes ao foco de poluição (estrada e tráfego), designadamente o solo, a zona saturada e não saturada do solo, e ainda a monitorização das águas de escorrência da estrada que resultam de um evento de precipitação e da dispersão atmosférica. Por fim, apresentam-se alguns dos resultados obtidos, averiguam-se possíveis variações da concentração de poluentes com a distância à estrada e em profundidade, tecendo algumas conclusões sobre os potenciais poluentes e os compartimentos ambientais mais afectados.

Palavras-chave: Poluição das águas subterrâneas, poluição dos solos, tráfego rodoviário, monitorização, Recta do Cabo.

MONITORIZAÇÃO AMBIENTAL DO EMISSÁRIO SUBMARINO DA GUIA

Cristina SANTOS, Justina CATARINO, Eugénia MARQUES, Zélia FIGUEIREDO, Ascensão TRANCOSO, Pedro BARATA, Helena MARECOS e Ramiro NEVES

Investigadora, INETI - Estrada do Paço do Lumiar 1649-038 Lisboa – cristina.santos@ineti.pt

Investigadora, INETI - Estrada do Paço do Lumiar 1649-038 Lisboa – justina.catarino@ineti.pt

Investigadora, INETI - Estrada do Paço do Lumiar 1649-038 Lisboa – eugenia.marques@ineti.pt

Engenheira Química - INETI - Estrada do Paço do Lumiar 1649-038 Lisboa – zelia.figueiredo@ineti.pt

Investigadora, INETI - Estrada do Paço do Lumiar 1649-038 Lisboa – maria.trancoso@ineti.pt

Primeiro Tenente, Esp. Hidrografia, IH – Rua das Trinas, 1200-856 Lisboa – silva.barata@hidrografico.pt

Directora de Estudos & Desenvolvimento, SANEST – Rua Flor da Murta, 2770-064 Paço de Arcos – hmarecos@sanest.pt

Professor Associado, IST – Av. Rovisco Pais 1049-001 Lisboa – ramiro.neves@ist.utl.pt

RESUMO: As condições hidrodinâmicas da costa ocidental de Portugal - que resultam das marés, vento e correntes litorais de densidade, associadas à acção do vento - estão entre as mais favoráveis das águas costeiras europeias para diluição e dispersão de águas residuais. Classificada pelo INAG como área menos sensível é uma zona conveniente para a localização de um emissário submarino. SANEST SA é a empresa responsável pela gestão do sistema de saneamento que inclui um interceptor de 25 km, paralelo à costa, uma ETAR subterrânea e um emissário submarino com 2,8 km comprimento. O emissário opera desde 1990 e descarrega no Oceano Atlântico, aproximadamente 170 000 m³ por dia. A dimensão do sistema de saneamento pode ser avaliada pela população servido pelo Sistema, que é aproximadamente 720 mil habitantes equivalente sendo esperado alcançar 920 mil em 2020. O efluente urbano sofre um tratamento preliminar na ETAR de Guia, completamente subterrânea, próxima de Cascais. Actualmente o esquema de tratamento inclui apenas uma remoção de sólidos de dimensões superiores a 3mm (*step-screen*) e um desarenamento, antes do lançamento do efluente no Emissário Submarino Guia, a 40m de profundidade e 2,8 km da costa.

Para verificar se esta descarga não afecta adversamente o ambiente a SANEST lançou um programa de monitorização levado a cabo por laboratórios de estado independentes, Universidades e com o apoio da Marinha portuguesa. O programa de monitorização inclui medidas de propriedades biológicas, químicas, físicas e microbiológicas de amostras de efluente e das águas receptoras, assim como medidas das propriedades do sedimento. Desde 1999 estudos mensais foram introduzidos. Alguns resultados do programa de monitorização executado pelo INETI (Laboratório de Estado) em 2003 são apresentados nesta comunicação no que concerne o efluente da ETAR e as águas receptoras.

Mensalmente as águas residuais da ETAR foram amostradas com um amostrador automático. O meio receptor foi amostrado em 10 locais. Dependendo da localização ao emissário, a coluna de água foi amostrada a três ou a duas profundidades para parâmetros químicos e microbiológicos ou só microbiológicos.

No efluente da ETAR realizaram-se determinações para 19 parâmetros químicos, 5 microbiológicos e 3 ecotoxicológicos. No meio receptor efectuaram-se determinações para 7 parâmetros químicos, 5 microbiológicos e 1 biológico.

A maioria das determinações analíticas foi efectuada no INETI pelo Laboratório de Análises Ambientais e Controlo da Qualidade (LAACQ) e pelo Laboratório de Microbiologia Industrial (LMI) acreditados ao Sistema Português da Qualidade com os Certificados nº 90/L.50 e nº 00/L.283, respectivamente. Também do INETI participaram a Unidade de Monitorização e Ecotoxicidade (UME) e o Laboratório de

Química Orgânica e de Síntese (LAQAS). A determinação de AOX foi subcontratada ao LPQ. O Instituto Hidrográfico determinou Pesticidas Organoclorados e PCB.

Os resultados apresentados referem apenas alguns dos parâmetros estudados e relativamente ao efluente pode dizer-se que em termos de CBO_5 e de CQO apresentaram concentrações consideradas médias para efluentes domésticos não tratados (Metcalf & Eddy, 2003). Excepto para sólidos dissolvidos totais (SDT) onde o efluente apresenta concentrações mais fortes, todos os outros parâmetros físico-químicos analisados em amostras de efluente são típicos de concentração média de águas residuais urbanas não tratadas. A composição microbiológica revelou algumas variações ao longo do tempo, também dependendo dos caudais afluentes à ETAR. Em termos gerais, os coliformes fecais apresentaram concentrações da ordem de 10^7 UFC/100ml no efluente final.

Relativamente ao meio receptor, a discussão dos resultados teve em consideração o Anexo XV do Decreto-Lei 236/98 para as águas balneares e uma proposta do INAG “Linhas de orientação Metodológica para a elaboração dos Estudos Técnicos Necessários para cumprir o Artigo 7º do Decreto-Lei 152/97 – descargas de águas residuais em zonas menos sensíveis” (documento de INAG). Analisando alguns resultados obtidos à luz dos critérios expostos, os parâmetros físico-químicos e biológicos não registaram alterações significativas face ao pré definido nos documentos que serviram de base a esta avaliação. A pluma do emissário só é identificável por bactérias fecais, na vizinhança da descarga - nas águas do meio e perto do fundo. Aproximadamente a 1 km do difusor, nas águas do meio e do fundo, a pluma de coliformes de fecais é ainda claramente detectada mas a 8 km já não é. O êxito do sistema é devido à elevada profundidade da zona de descarga (40 m), que promove diluições iniciais até 1/1000 e às correntes fortes (residual até 10 cm/s) induzidas pela maré, a densidade e vento, que induz ressuspensão forte dos sedimentos (medidas com um ADCP mostram que velocidades induzidas pelas ondas são tipicamente acima 20 cm/s, alcançando frequentemente 60 cm/s).

PALAVRAS CHAVE:Emissário submarino, Monitorização ambiental, Águas residuais

NA REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES MONITORIZAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS INTERIORES

Dina M. PACHECO; Raquel V. CYMBRON; Renato VERDADEIRO; Rui COUTINHO

Direcção Regional do Ordenamento do Território e dos Recursos Hídricos - Secretaria Regional do Ambiente

9500-160 Ponta Delgada, DinaMDM.Pacheco@azores.gov.pt

Ana C. RODRIGUES, António G. BRITO

Universidade do Minho - Departamento de Engenharia Biológica — 4710-057 Braga, agbrito@deb.uminho.pt

Conceição R. SANTOS; António F. RODRIGUES; Fernando P. SANTANA

Universidade Nova de Lisboa – Faculdade de Ciências e Tecnologia - Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente

2825 Monte da Caparica

RESUMO: A presente comunicação apresenta alguns aspectos focais da reestruturação da rede de monitorização da qualidade das águas interiores superficiais da Região Autónoma dos Açores. O projecto está a ser desenvolvido pela Direcção Regional do Ordenamento dos Recursos Hídricos (DROTRH) e insere-se no cumprimento do Plano Regional da Água, procurando responder às exigências colocadas pela Directiva Quadro da Água (DQA) relativamente ao reforço do conhecimento e disponibilização de informação sobre recursos hídricos.

A reestruturação das redes de monitorização - tendo em conta as normas estabelecidas pela DQA para avaliação da Qualidade Ecológica e Química das massas de água - pretende a sua racionalização no que concerne à representatividade dos meios hídricos, bem como a sua optimização em termos técnicos/económicos. A selecção dos pontos de amostragem nas linhas de água interiores para controlo analítico resultou, por um lado, da informação de base no que respeita a usos e a pressões antrópicas a que as massas de água superficiais estão sujeitas e, por outro, na selecção de zonas não sujeitas a impactes decorrentes das actividades antropogénicas (estações de referência). A cada estação foi associada uma grelha de parâmetros e uma frequência de amostragem em conformidade com os seus objectivos.

O reforço da monitorização da qualidade dos meios lagunares na Região, através da denominada “Rede Lagoas”, é apresentado com maior detalhe na presente comunicação, dada a sua integração no *Programa Operacional de Requalificação Ambiental das Lagoas* – PORAL. A rede de monitorização insere-se numa estratégia concertada de acompanhamento e avaliação do estado de qualidade da água interiores na Região que, como é sabido, se inserem em áreas sujeitas a uma significativa erosão hídrica, potenciando a lixiviação de fertilizantes e matéria orgânica. Estas pressões têm causado um aumento da quantidade de algas, proliferação de cianobactérias e macrófitas flutuantes ou bentónicas da massa hídrica, favorecendo a subsequente redução da transparência da coluna de água e a eventual ocorrência de espumas.

Importa notar que a monitorização tem sido, desde os finais da década de 80, uma acção constante nas Lagoas das Furnas e das Sete Cidades mas que, recentemente, anda encontra maior justificação, dado o interesse em aferir da eficácia das diversas medidas integradas no programa de requalificação. Em termos globais, dos diversos grupos fitoplanctónicos encontrados na Lagoa das Furnas, as cianobactérias predominaram em catorze das trinta amostragens realizadas pela Universidade Nova de Lisboa (Figura 1). Além das cianobactérias, os dois grupos fitoplanctónicos mais representativos foram as diatomáceas, que nesta lagoa encontram concentrações adequadas de sílica, que prevaleceram em cinco amostras, quatro recolhidas no Inverno e uma na Primavera, e as clorofíceas que foram predominantes em nove amostragens.

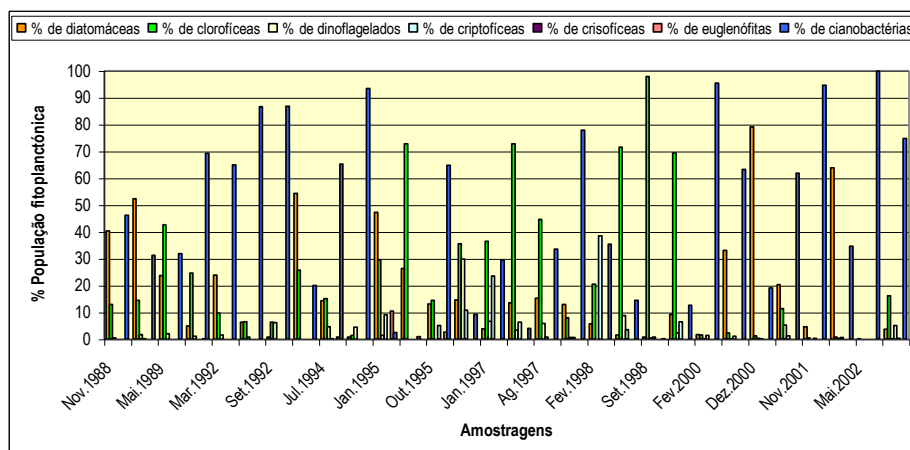


Figura 1. Percentagens relativas dos diversos grupos taxonómicos de fitoplâncton da Lagoa das Furnas

A DROTRH também a desenvolver, em colaboração com a Universidade do Minho, a realização de um estudo de modelação da qualidade da água da Lagoa das Furnas. O modelo está a ser desenhado para representar os processos controladores da dinâmica de nutrientes, oxigénio e plâncton na massa hídrica, tendo por base o software de simulação e análise de dados em sistemas aquáticos AQUASIM vs2.1B. O facto de se considerar uma estequiometria variável para a produção primária em relação ao fósforo e de incluir o processo de acumulação de fosfato por partículas sedimentáveis, constituem algumas das vantagens deste modelo. No estado actual, o principal objectivo é ganhar uma noção quantitativa dos processos de conversão, mas o objectivo final é construir uma ferramenta de previsão da qualidade da água que auxilie a Administração Regional na interpretação de dados e que seja um efectivo instrumento para a gestão da água (Figura 2).

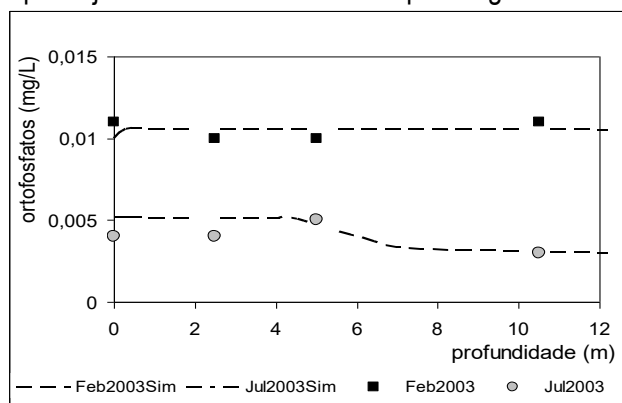


Figura 2. Modelação dos perfis de fosfato (Nota: Os símbolos representam as concentrações medidas e as linhas representam os valores simulados).

Os registos históricos disponíveis, embora adequados para identificar um estado trófico, são algo escassos para efectuar uma modelação robusta e, por esse motivo, uma campanha mensal de recolha de dados foi iniciada em Janeiro do corrente ano. A monitorização conjunta dos aspectos químicos e ecológicos certamente que contribuirá para um melhor planeamento e gestão dos recursos hídricos em toda a Região e justifica, plenamente, o esforço humano e financeiro previsto. Nesse contexto, deve ser equacionado que os últimos dados analíticos disponíveis referentes à qualidade físico-química da água na Lagoa das Furnas parecem apontar no sentido de uma melhoria, ligeira, da qualidade da água. Assim, a continuação dos esforços efectuados permitirão, certamente, consolidar o objectivo de conservação das reservas hídricas lagunares da Região Autónoma dos Açores preservando-se, por essa via, um raro e valioso património natural.

PALAVRAS-CHAVE: Monitorização, qualidade da água, eutrofização, requalificação ambiental, DQA

OPTIMIZAÇÃO DE REDES DE MONITORIZAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS EM ÁREAS AGRÍCOLAS – UM CASO DE ESTUDO NO BLOCO DE REGA DE CANHESTROS (SISTEMA DE REGA DE ALQUEVA)

Eduardo A. PARALTA

Geólogo. Bolseiro de Doutoramento da FCT. Departamento de Hidrogeologia do Instituto Geológico e Mineiro, Estrada da Portela, Apartado 7586, 2720-866 Alfragide, Tel. 351.21.4705400

Email: eduardo.paralta@igm.pt

Alain P. FRANCÉS

Geólogo. Bolseiro do Departamento de Hidrogeologia do Instituto Geológico e Mineiro, Estrada da Portela, Apartado 7586, 2720-866 Alfragide, Tel. 351. 21.4705400

Email: frances.alain@igm.pt

Luís M. NUNES

Engenheiro do Ambiente. Professor Auxiliar da Fac. de Ciências do Mar e do Ambiente, Univ. do Algarve, Campus de Gambelas, 8000 Faro, Tel. 351.289.800900 ext. 7368. *Email:* lnunes@ualg.pt

Luís F. RIBEIRO

Engenheiro de Minas, Professor Auxiliar, CVRM-Centro de Geo-sistemas do IST, Av. Rovisco Pais, 1096 Lisboa, Tel. 351.21.841724

Email: nlrib@alfa.ist.utl.pt

RESUMO: Os empreendimentos hidroagrícolas de grande dimensão susceptíveis de provocar impactes sobre os recursos hídricos carecem de estudos hidrogeológicos apropriados e instalação de redes de monitorização (monitorização de vigilância e operacional).

As exigências ambientais da Directiva Quadro da Água, a vulnerabilidade de alguns sistemas aquíferos à poluição difusa de origem agrícola e o aumento da área de regadio baseado na Barragem de Alqueva e subsidiárias, conduzirão inevitavelmente à necessidade de implementar um Programa Específico de Monitorização de Águas Subterrâneas nas futuras estruturas de regadio do EFMA.

Relativamente ao Bloco de Rega de Canhestros (Infra-estrutura nº 12), desenvolveu-se um programa de trabalho entre o IGM e a EDIA, que se iniciou em 2001 e que vai culminar na construção das Redes de Monitorização e num conjunto de Recomendações de Gestão e Protecção dos Recursos Hídricos Subterrâneos, a integrar nos futuros planos de gestão ambiental do perímetro de rega.

Trata-se de um projecto de monitorização exemplar ao nível dos empreendimentos hidroagrícolas de grande dimensão em Portugal. Apresentam-se os resultados de 2 anos e meio de monitorização trimestral das variáveis piezométricas e de qualidade da água subterrânea.

A optimização das redes de monitorização baseou-se na avaliação da representatividade no domínio espaço – temporal das variáveis, mapeamento temático das tendências sazonais detectadas e na classificação preliminar dos piezómetros e das estações de qualidade através de geoestatística (análise factorial e classificação grupal). Foram também aplicadas técnicas recentemente desenvolvidas de optimização a partir de recozimento simulado.

PALAVRAS-CHAVE: Vulnerabilidade de Aquíferos; Monitorização; Geoestatística; Optimização.

DIRECTIVA QUADRO DA ÁGUA: UMA PRIMEIRA ABORDAGEM À DELIMITAÇÃO DE MASSAS DE ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DÃO

Emanuel Viçoso; Pedro Betencourt; Sónia Alcobia; Célia Fonseca; Sónia Malveiro
NEMUS

RESUMO: A Directiva Quadro da Água (Directiva 2000/60/CE) é o principal diploma legal europeu respeitante aos recursos hídricos. Para as águas interiores de superfície, a aplicação DQA implica três tarefas: caracterização, monitorização e gestão. A avaliação do estado actual dos recursos hídricos resulta na definição de uma rede de massas de água, que é então sujeita a monitorização e a gestão.

O presente estudo resulta de um trabalho contratualizado pela Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro e enquadra-se na fase de caracterização da DQA, visando definir a rede de massas de água que será alvo de gestão na bacia do Dão.

A delimitação de massas de água baseia-se num trabalho de análise que inclui a classificação dos recursos hídricos superficiais em categorias e tipos e a avaliação das pressões antropogénicas presentes.

O presente trabalho pretendeu assim delimitar a rede de massas de água da bacia do Dão, aplicando as metodologias definidas pela DQA, e considerando ainda o trabalho desenvolvido até ao momento pelo INAG, entidade responsável pela implementação da DQA em Portugal.

O primeiro passo definido pela DQA para a análise de uma bacia hidrográfica é a classificação das massas de água numa categoria: rios, lagos, águas de transição, águas costeiras, massa de água superficial artificial ou massa de água superficial fortemente modificada. Na bacia do Dão foram identificadas duas categorias de massas de água: rios e massas de água superficiais fortemente modificadas (albufeiras de Aguieira e de Fagilde).

Estas categorias são divididas em tipos pela aplicação de um dos sistemas de tipologia previstos na DQA (Sistema A e B), tendo o INAG adoptado para Portugal o Sistema B. A aplicação do Sistema B à bacia do Dão seguiu uma metodologia paralela à realizada pelo INAG em ALVES *et al.* (2002). Estes autores definiram quatro classes para a dimensão da bacia de drenagem, três para a geologia e dividiram o território nacional em 6 grupos morfo-climáticos, com base na análise da altitude e de sete outras variáveis climáticas e fisiográficas.

Esta abordagem foi adoptada para a bacia do Dão. Assim, a análise da dimensão da bacia de drenagem levou à definição de 131 sub-bacias. Cada uma destas sub-bacias foi classificada quanto à geologia dominante, de acordo com as classes definidas em ALVES *et al.* (2002), e quanto ao grupo morfo-climático a que pertence pela análise da altitude, precipitação média anual, escoamento e temperatura média anual. O cruzamento da dimensão da bacia de drenagem, geologia e grupos morfo-climáticos levou à definição de 9 tipos de rios na bacia do Dão, com o tipo grupo 2/bacia pequena/baixa mineralização a representar mais de metade dos rios

Quadro –Tipos de rios da bacia hidrográfica do rio Dão segundo o Sistema B

Tipo	Sub-bacias	Rios
Grupo 2 / baixa mineralização / bacia pequena	73	279,6 km (52,4%)
Grupo 2 / baixa mineralização / bacia média	18	93,6 km (17,5%)
Grupo 2 / baixa mineralização / bacia grande	7	20,8 km (3,9%)
Grupo 2 / média mineralização / bacia pequena	3	14,2 km (2,7%)
Grupo 2 / média mineralização / bacia média	1	14,2 km (2,7%)
Grupo 5 / baixa mineralização / bacia pequena	16	74,6 km (14,0%)
Grupo 5 / média mineralização / bacia pequena	7	24,5 km (4,6%)
Grupo 6 / baixa mineralização / bacia pequena	5	9,8 km (1,8%)
Grupo 6 / média mineralização / bacia pequena	1	2,8 km (0,5%)
Total	131	534,0 km

Em relação às albufeiras de Aguieira e Fagilde estas foram classificadas no tipo albufeiras profundas, grandes, siliciosas e de média altitude (L-M7), segundo as metodologias constantes de INAG (2003).

Em relação às pressões antropogénicas foram analisadas as fontes de poluição pontuais e difusa, as alterações morfológicas e hidrológicas, o padrão do uso do solo e o estado de conservação da vegetação ribeirinha. A análise das fontes de poluição permitiu estabelecer uma divisão da bacia em rios pouco ou nada poluídos e rios que devido à poluição se encontram em risco de não cumprirem os seus objectivos ambientais. As outras pressões antropogénicas analisadas revelaram padrões uniformes para toda a bacia, pelo que não são utilizadas para diferenciar massas de água.

A integração das duas categorias de massas de água, oito tipos de rios e dois tipos de albufeira e dois graus de pressão das actividades humanas resultou numa rede de gestão composta por 56 massas de água distintas. Foram ainda indicados os locais que, com base na análise de pressões antropogénicas, apresentam maior potencial para constituírem sítios de referência com estatuto ecológico excelente.

Admite-se que a rede de massas de água identificada para a bacia do Dão constitui uma primeira abordagem que deverá ser revista e aferida com futuros trabalhos, no âmbito do Projecto Hidrogest-Dão. Uma das motivações para tal é o reconhecimento de que uma rede de gestão composta por 56 unidades, algumas de reduzida expressão espacial, traria dificuldades consideráveis à gestão do território da bacia do Dão, que se traduziria num elevado e oneroso esforço de administração que poderia inviabilizar na prática os objectivos propostos.

Neste sentido pensa-se que as metodologias de delimitação de massas de água à bacia do Dão deverão ser aferidas, no sentido da simplificação da rede de massas de água, tendo em vista a delimitação de uma rede que seja realisticamente gerível. Esta simplificação poderá passar por uma simplificação das tipologias, por agregação de massas de água, ou por outros mecanismos que, sem desvirtuar a validade das análises científicas, adequem os resultados das mesmas ao principal objectivo da Directiva Quadro da Água: a gestão e preservação dos recursos hídricos.

AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE À CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS PELO MÉTODO DRASTIC NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SORDO

Fernando A. L. PACHECO

Prof. Auxiliar, UTAD, Departamento de Geologia, Quinta de Prados, Vila Real, +351259350280, fpacheco@utad.pt

Alcino S. OLIVEIRA

Prof. Auxiliar, UTAD, Departamento de Geologia, Quinta de Prados, Vila Real, +351259350279, soliveir@utad.pt

Ana M. P. ALENCOÃO

Prof. Auxiliar, UTAD, Departamento de Geologia, Quinta de Prados, Vila Real, +351259350280, alencoao@utad.pt

Isabel Cristina RIBEIRO

Licenciada em Engª Ambiental e dos Recursos Naturais

Maria João FARIA

Licenciada em Engª Ambiental e dos Recursos Naturais

RESUMO: A bacia hidrográfica do rio Sordo, com 50,2 km², situa-se na região de Trás-os-Montes e Alto Douro (Norte de Portugal). Sob o ponto de vista geológico, é caracterizada por afloramentos de rochas cristalinas em que dominam metassedimentos paleozóicos que foram intruídos por granitos hercínicos, estes com expressão cartográfica na zona jusante da bacia. Os depósitos recentes constituem uma mancha de aproximadamente 3,2 km², localizada na zona de vale. Os sistemas aquíferos dominantes, de tipo fissural, dependem da fracturação, do estilo de dobramento dos metassedimentos e da alteração dos afloramentos. As espessas camadas de alteração que se associam em particular às rochas metassedimentares originam sistemas hidrogeológicos com elevado potencial de armazenamento.

A albufeira da bacia do Sordo é usada para abastecimento público aos concelhos de Vila Real e Santa Marta de Penaguião. O presente trabalho foi desenvolvido no contexto da prevenção contra a contaminação dos recursos hídricos. O método escolhido de avaliação da vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas foi o método DRASTIC, que assenta na combinação ponderada de 7 parâmetros considerados importantes no controlo da propagação de contaminantes. Os resultados encontrados apontam para uma vulnerabilidade média baixa para a bacia já que mais de 90% da área é caracterizada por um índice DRASTIC igual ou inferior a 140. Os 6,8% de área com índice no intervalo 140-160 (valores médios a altos) concentram-se na área coberta por aluviões e em sectores do contacto entre granitos e xistos. Estes sectores deveriam ser considerados como zonas sensíveis no âmbito do Plano de Desenvolvimento Regional de Vila Real.

PALAVRAS CHAVE: DRASTIC, vulnerabilidade, contaminação, hidrogeologia, recursos hídricos

O SISTEMA DA QUALIDADE DA ÁGUAS DO CÁVADO, S.A. Processo de transição para a ISO 9001:2000

Filomena PEIXOTO

Eng.^a Biológica, Águas do Cávado, S.A., Lugar de Gaído, 4755-045, Areias de Vilar, +351.253.919020, filomena.peixoto@aguas-cavado.pt

RESUMO: O objectivo desta comunicação é apresentar o Sistema da Qualidade existente na Águas do Cávado, S.A., com especial relevância para as alterações introduzidas com vista à adequação do Sistema inicial, certificado em 2001 segundo a norma NP EN ISO 9001:1995 para as actividades de Captação, Tratamento e Adução de Água para Consumo Humano, às exigências da norma NP EN ISO 9001:2000.

Os trabalhos foram iniciados em Outubro de 2002, segundo um plano de acções previamente definido, tendo durado cerca de nove meses. As acções implementadas estão descritas no texto principal, salientando-se a identificação dos processos existentes na empresa e a determinação da interacção entre os mesmos, por constituírem a base para a implementação deste novo referencial. De facto, esta Norma Internacional fomenta a adopção de uma abordagem por processos quando se desenvolve, implementa e melhora a eficácia de um sistema de gestão da qualidade, para aumentar a satisfação do cliente indo ao encontro dos seus requisitos.

Em finais de Junho de 2003 a entidade certificadora realizou a auditoria de renovação antecipada, tendo concluído pela atribuição do certificado em Agosto de 2003. O âmbito da certificação foi alargado às actividades de Concepção e Desenvolvimento de Infraestruturas.

Com vista à posterior certificação dos Sistemas de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho e Ambiental, todo o processo de transição foi conduzido integrando os aspectos de segurança e ambientais, tendo-se implementado o que se designou por Sistema de Gestão Integrado.

PALAVRAS-CHAVE: sistemas de gestão, qualidade, processo, indústria da água.

UM SISTEMA DE APOIO À DECISÃO PARA A SELECÇÃO DOS MELHORES LOCAIS PARA A DEPOSIÇÃO DE EFLUENTES DE SUINICULTURAS PARA FINS AGRÍCOLAS TENDO EM CONTA OS IMPACTOS NOS RECURSOS HÍDRICOS

(Santiago do Cacém, Alentejo)

Isabel ARAÚJO

Engª do Ambiente, IST, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, 966589993, isabel_a_araujo@aeiou.pt

Susana FERREIRA

Engª do Ambiente, IST, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, 965740445, susanaferreira@hotmail.com

Luís RIBEIRO

Professor Auxiliar, CVRM - IST, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, 218417247, nrib@alfa.ist.utl.pt

Francisco CARDOSO PINTO

Professor Auxiliar, Departamento de Química Agrícola e Ambiental, ISA, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, 213653100, cpinto@isa.utl.pt

RESUMO: A suinicultura ocupa um lugar de grande importância, dentro do sector da pecuária, devido ao elevado número de efectivos. Devido à intensificação desta actividade, a produção de grandes quantidades de chorumes tem aumentado significativamente, passando a constituir um problema importante, uma vez que o destino final dos chorumes é muitas vezes as linhas de água afectando assim, a qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

Neste trabalho pretendeu-se avaliar a vulnerabilidade das águas subterrâneas face ao uso de efluentes de suinicultura para fins agrícolas, no concelho de Santiago do Cacém. Para tal, procedeu-se a uma caracterização das suiniculturas do Concelho, atendendo ao efluente produzido e às suas características principais, recorrendo para tal a inquéritos efectuados às explorações e a análises dos efluentes produzidos.

Posteriormente elaborou-se um sistema de apoio à decisão, que permite a selecção dos melhores locais do Concelho para a deposição de efluentes de suinicultura, em que a selecção é sujeita a restrições de natureza ambiental e de carácter operacional, através da aplicação de metodologias, funcionando em ambiente SIG.

PALAVRAS-CHAVE: Água subterrânea, Efluente de suinicultura, Vulnerabilidade aquífera, DRASTIC, Susceptibilidade à poluição

UTILIZAÇÃO DE REDES NEURONAIS NA PREVISÃO DA EVOLUÇÃO TEMPORAL DA QUALIDADE DA ÁGUA DA CAPTAÇÃO DE VALADA

Leopoldo CORTEZ (1); Fernando DURÃO (2)

(1) Engº Minas, Investigador Principal; (2) Engº Minas, Professor Associado

CVRM-Centro de Geo-Sistemas do IST; Av. Rovisco Pais, 1096-001 Lisboa. Tel: +351218417247; E-mail: cvrm@alfa.ist.utl.pt

RESUMO: Com o objectivo de prevêr a evolução temporal futura das concentrações de cloretos e de nitratos - dois dos principais poluentes da água da captação de Valada (Rio Tejo) – a partir dos respectivos valores medidos no passado próximo e/ou de outros parâmetros de medição mais cómoda e rápida do que as análises químicas (como por exemplo a condutividade eléctrica) e também de variáveis exógenas como a precipitação, realizaram-se diversos testes com redes neuronais artificiais do tipo multicamadas com aprendizagem supervisionada por retropropagação do erro, treinadas com os valores de séries temporais previamente memorizadas.

Usou-se uma série de treino de 90 períodos aproximadamente semanais (de Janeiro de 1984 a Setembro de 1985), e duas séries de validação, ambas de 20 períodos: a primeira de Agosto a Dezembro de 1986 e a segunda de Janeiro a Maio de 1990.

Os ensaios realizados demonstraram que a rede neuronal captou com grande facilidade e correctamente a estrutura das séries de treino, e que depois de treinada conseguiu prevêr com razoável eficácia as concentrações da semana seguinte, quer de cloretos quer de nitratos, das séries de validação. A previsão vai-se afinando progressivamente nestas séries com a sua extensão, pois a rede continua a “aprender” durante a validação. As previsões são obviamente mais falíveis se a série de validação tem parâmetros estatísticos bastante diferentes dos das séries de treino, como sucedia com os cloretos da segunda série. No entanto, mesmo neste caso a estrutura da evolução das concentrações dos cloretos continuou a ser bastante bem captada, embora se apresente “decalada” em relação aos valores reais. Verificou-se igualmente que a arquitectura da rede (número de neurónios da camada escondida) não tem influência nos resultados.

PALAVRAS CHAVE: Qualidade da água, Redes neuronais, Previsão da poluição, Concentração de cloretos, Concentração de nitratos.

RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DE SAPAL: CONCEITO, MÉTODOS E SUA APLICAÇÃO EM PORTUGAL

Luís Ivens PORTELA

Engº Civil, Doutor em Engª do Ambiente, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066, Lisboa, +351.8443458, lportela@lnec.pt

RESUMO: Analisam-se métodos de recuperação de áreas de sapal, e a viabilidade da sua aplicação em Portugal. Os sapais são formações de vegetação halófitas (tolerante à inundações por água salgada), que se distribuem acima da linha de preia-mar da maré de menor amplitude. Uma parte significativa das formações de sapal actualmente existentes em Portugal situa-se em áreas protegidas. Embora a informação sobre os processos sedimentares seja limitada, a tendência de assoreamento parece ser predominante, tendo sido determinadas taxas de sedimentação da ordem de 2-7 mm ano⁻¹. Porém, em alguns estuários, existem também referências à erosão de frentes de sapal.

A recriação de áreas de sapal pode ser conseguida por retirada planeada ou por abandono de obras de defesa, e pela correspondente inundações de terrenos agrícolas. Em Portugal, têm sido mais frequentes situações de recuperação espontânea, decorrentes do simples abandono das obras de defesa. A recuperação de áreas de sapal pode também ter lugar como medida mitigadora em projectos portuários (por exemplo, recuperação dos sapais e rastos de maré da zona marginal de Alvor) ou no âmbito de intervenções de reabilitação de áreas urbanas e industriais degradadas (por exemplo, requalificação urbana e ambiental da EXPO'98).

Verificam-se situações em que a degradação das áreas de sapal está associada ao assoreamento do sistema de esteiros e canais ou à implantação de barreiras físicas (por exemplo, estradas sem drenagem adequada). Neste caso, a intervenção deverá passar pela reabilitação do sistema hídrico, através da realização de operações de dragagem e movimentação de terras, e pela eliminação dos obstáculos, de forma a aumentar os caudais de maré. Simultaneamente, a intervenção poderá incluir uma componente de diversificação de *habitats* (por exemplo, projecto de regeneração do sistema hídrico do sapal de Venta-Moinhos, que tem vindo a ser executado na Reserva Natural do Sapal de Castro Marim).

Relativamente à reabilitação de áreas submetidas a processos erosivos, as soluções que têm sido propostas incluem: (a) Introdução de elementos que proporcionem abrigo da acção da onda e favoreçam a deposição de sedimentos; (b) Alimentação artificial do rasto de maré, através da colocação de sedimentos provenientes de operações de dragagem; (c) Estabelecimento de vegetação pioneira, em conjunto com as acções anteriores. A alimentação artificial utilizando dragados não contaminados poderá ser uma opção válida em alguns estuários portugueses, mas requer uma análise prévia, multidisciplinar, das suas vantagens e inconvenientes. Note-se também que os processos erosivos podem ter causas específicas (por exemplo, ondas de esteira provocadas pela navegação a motor), sobre as quais é indispensável actuar.

Recomenda-se que a recuperação de áreas de sapal seja enquadrada no âmbito de intervenções mais amplas de valorização dos sistemas estuarinos e lagunares.

PALAVRAS-CHAVE: Sapais, sedimentos, estuários, conservação, recuperação.

CONTROLO DA POLUIÇÃO DE DESCARGAS DE TEMPESTADE URBANAS: Implicações da Proposta de Directiva relativa à Qualidade das Águas Balneares

Luís Mesquita DAVID

Engº Civil, Assistente de Investigação, LNEC (DHA-NES), Av. do Brasil 101, 1700-066 Lisboa, PORTUGAL, l david@lnec.pt

RESUMO: Tendo em vista estudar soluções de controlo das descargas de tempestade de sistemas de drenagem urbanos, em Portugal, seleccionou-se um sistema unitário protótipo e procedeu-se à simulação contínua para uma série histórica de precipitações com 19 anos. O modelo permite a simulação rápida de uma sequência de cenários de capacidade de armazenamento no sistema de drenagem (V_s), de capacidade de intercepção para a ETAR (q_{ETAR}) e de capacidade de tratamento em tanques de sedimentação, fornecendo estatísticas e gráficos de síntese que permitem decisões mais sustentadas e eficazes ao nível do planeamento dos sistemas de drenagem e da gestão integrada dos meios hídricos receptores (Figuras 1 e 2).

Os resultados do estudo demonstraram que, em Lisboa, num sistema de drenagem unitário que intercepte para a ETAR um caudal de três vezes o caudal médio diário ($1,5 \text{ l/s/ha}_{imp}$), o aumento da sua capacidade de armazenamento de $8 \text{ m}^3/\text{ha}_{imp}$ para $50 \text{ m}^3/\text{ha}_{imp}$ apenas levará à redução média de 4,2 para 1,7 dias com descargas de tempestade durante a época balnear. A frequência média anual dos dias com descargas decrescerá de 44 para 22 dias. Se o sistema tiver uma capacidade de armazenamento de $40 \text{ m}^3/\text{ha}_{imp}$, captura 60% do escoamento pluvial útil e 70% a 75% da carga de SST e da CQO. Num tanque de sedimentação convencional com $40 \text{ m}^3/\text{ha}_{imp}$, a remoção destes poluentes poderá aumentar para cerca de 80%. Conclui-se que o regime de precipitações em Lisboa, e muito provavelmente numa vasta extensão do país, conduz a frequências de descargas de tempestade muito superiores e significativamente mais difíceis de controlar do que o regime em países do Norte e do Centro da Europa, onde frequentemente se atingem objectivos de 5 a 10 descargas de tempestade por ano com capacidades de armazenamento inferiores a $40 \text{ m}^3/\text{ha}_{imp}$.

Assim, o controlo das descargas que afectem águas balneares não poderá ser garantido unicamente pelo aumento da capacidade de armazenamento nos sistemas de drenagem, podendo vir a exigir tratamento químico ou outro tipo de tratamento avançado em tanques de armazenamento. Em casos frequentes em que as descargas de tempestade são lançadas para cursos de água urbanos antes de atingirem as águas balneares, a retenção e o tratamento nos cursos de água poderão constituir vias adicionais de controlo. De qualquer forma, do ponto de vista técnico e económico, parece vir a ser extremamente difícil garantir a redução das descargas de tempestade passíveis de contaminar águas balneares para períodos de retorno de 5 anos, tal como estabelecido na *Proposta de Directiva do Parlamento Europeu e do Conselho relativa à Qualidade das Águas Balneares*.

Embora o estudo tenha sido aplicado a um sistema de drenagem unitário, também nos sistemas separativos e pseudo-separativos têm sido monitorizadas descargas com concentrações poluentes significativamente elevadas, em parte devido a deficiências no funcionamento destes, mas também devido à lavagem das superfícies.

Este estudo põe em evidência as dificuldades severas que o regime pluvioso em Portugal coloca no controlo da frequência das descargas de tempestade, significativamente superiores às que se verificam nos países do Norte e do Centro da Europa, apontando para implicações sérias e preocupantes, do ponto de vista técnico, social e económico e a nível local e nacional, da entrada em vigor da futura *Directiva do Parlamento Europeu e do Conselho relativa à Qualidade das Águas Balneares*, actualmente em fase de proposta.

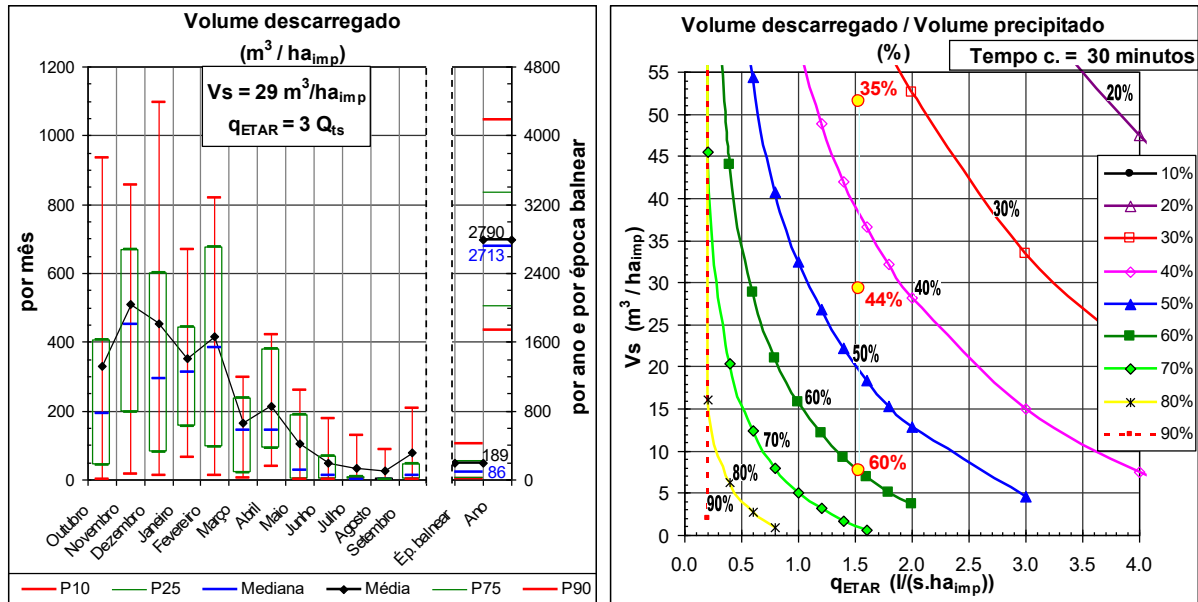


Figura 1 – Volume de descargas para um cenário específico e para uma sequência de simulações.

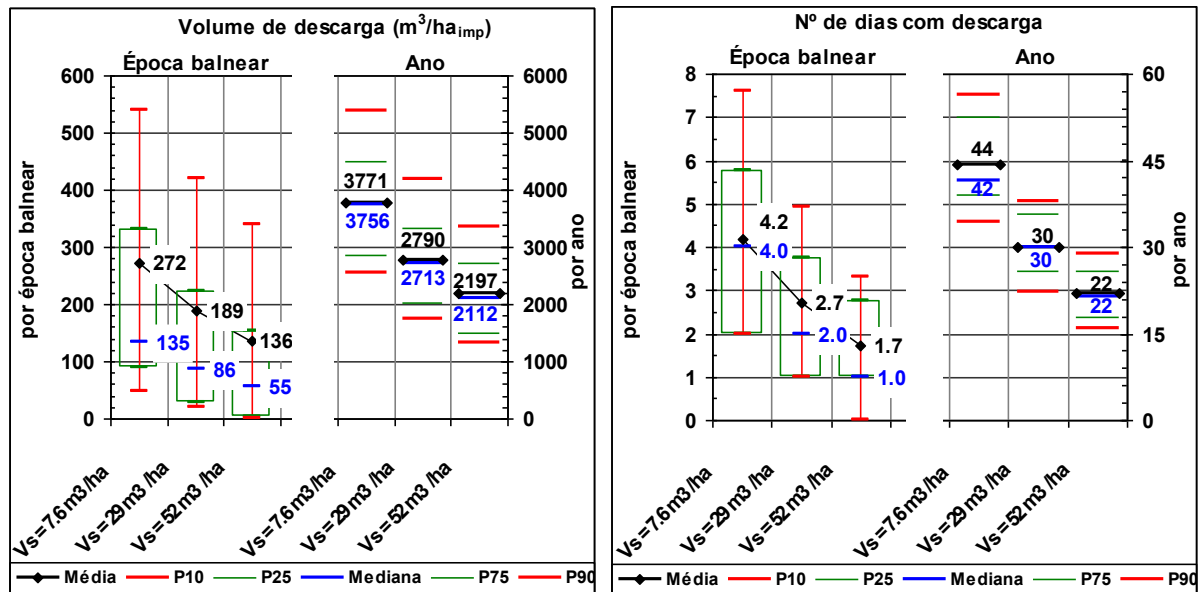


Figura 2 – Comparação do volume e frequência de descargas para 3 cenários de armazenamento.

PALAVRAS-CHAVE: Águas balneares, modelação contínua, descargas de tempestade, controlo da poluição, sistemas de drenagem unitários

APLICAÇÃO DO SISTEMA B DA DIRECTIVA-QUADRO DA ÁGUA NA IDENTIFICAÇÃO DE TIPOS DE RIOS EM PORTUGAL CONTINENTAL

Maria Helena ALVES

Engº Ambiente, McS, Instituto da Água, Av. Almirante Gago Coutinho 30, 1049-066 Lisboa, tel. 218430000; fax 218480933, helenalves@inaq.pt;

João M. BERNARDO

Biólogo Ph.D, Universidade de Évora, 7000 Évora jmb@uevora.pt;

Hélio FIGUEIREDO

Engº Recursos Hídricos, Universidade de Évora, 7000 Évora helio@inaq.pt;

João PÁDUA

Biólogo, Universidade de Évora, 7000 Évora padua@inaq.pt;

Paulo PINTO

Biólogo Ph.D, Universidade de Évora, 7000 Évora ppinto@uevora.pt;

Maria Teresa RAFAEL

Bióloga, McS, Instituto da Água, Av. Almirante Gago Coutinho 30, 1049-066 Lisboa, tel. 218430000, fax 218480933, teresar@inaq.pt

RESUMO: A Directiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, que estabelece um quadro de acção comunitária no domínio da água (DQA), prevê que os *Estados-Membros protegerão, melhorarão e recuperarão todas as massas de água de superfície..., com o objectivo de alcançar um bom estado das águas de superfície 15 anos, o mais tardar, a partir da entrada em vigor da presente directiva nos termos do Anexo V...(Artigo 4º, DQA).*

O "bom estado" é determinado pelo "bom estado ecológico" e pelo "bom estado químico". O estado ecológico de uma massa de água superficial é expresso com base no "desvio ecológico" relativamente às condições de um corpo de água idêntico em condições de referência. Para a especificação deste conceito, as águas de superfície são classificadas em cinco categorias, uma das quais são os rios, que por sua vez são desagregados em tipos.

Os tipos são grupos de corpos de água com características morfo-climáticas relativamente homogéneas, consideradas relevantes para a determinação das condições ecológicas. Segundo a DQA, os tipos são diferenciadas com base em dois métodos: o sistema A e o sistema B (Anexo II, DQA).

Neste trabalho apresenta-se a tipologia de rios para Portugal Continental resultante da aplicação Sistema B, em que para além dos factores obrigatórios, altitude, dimensão da área de drenagem, geologia, longitude e latitude, preconizados na DQA, foram considerados os factores facultativos declive médio do escoamento, precipitação média anual, coeficiente de variação da precipitação, escoamento médio anual, temperatura média anual e amplitude térmica média anual.

A aplicação do Sistema B resultou na identificação de 27 Tipos de rios, que incluem cursos de água com uma percentagem em território nacional superior a 1% da rede de drenagem total ou, pelo menos, um troço com comprimento superior a 40 km.

De acordo com o conhecimento actual das comunidades bióticas, este número parece ser *a priori* elevado. No entanto, a sua redução só será possível com base no conhecimento da variabilidade das comunidades biológicas.

PALAVRAS CHAVE: Directiva-Quadro da Água, Qualidade Ecológica, Tipologia, Sistema B,

A EUTROFIZAÇÃO DAS LAGOAS DAS SETE-CIDADES E FURNAS (S. MIGUEL – AÇORES) Análise evolutiva entre 1988 e 2002.

Maria da Conceição Raimundo SANTOS

Profª Auxiliar, Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente – Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade Nova de Lisboa - Quinta da Torre - 2829-516 Caparica, mcrs@fct.unl.pt

Dina Maria D. M. PACHECO

Mestre em Biologia, Secretaria Regional do Ambiente / Direcção Regional do Ordenamento do território e dos Recursos Hídricos - Avenida Antero de Quental - Edifício dos CTT 2º A - 9 500-160 Ponta Delgada, dinaMDM.Pacheco@azores.gov.pt

Fernando José Pires SANTANA

Profª Catedrático, Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente – Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade Nova de Lisboa - Quinta da Torre - 2829-516 Caparica

António Manuel Fernandes RODRIGUES

Profª Auxiliar, Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente – Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade Nova de Lisboa - Quinta da Torre - 2829-516 Caparica

RESUMO: A eutrofização das massas de água, resultante de actividades antropogénicas desenvolvidas nas bacias hidrográficas, constitui um dos problemas mais graves de degradação da qualidade física, química e biológica da água. Esta problemática tem sido objecto de diversos estudos ao longo dos últimos trinta anos mas, a complexidade do problema, fortemente condicionado pelas características climáticas, orográficas e hidrológicas das regiões onde se situam as massas de água atingidas, tem dificultado a análise evolutiva em algumas situações concretas de eutrofização através da aplicação dos modelos desenvolvidos.

As Lagoas das Sete-Cidades e Furnas, situadas na Ilha de S. Miguel (Açores), têm vindo a sofrer um processo de eutrofização potenciado pela existência de exploração agro-pecuária intensiva no seio das respectivas bacias hidrográficas. A degradação da qualidade da água e as alterações no ecossistema aquático têm preocupado a população em geral e a administração pública regional em particular, que tem procurado acompanhar a evolução deste problema através da realização de campanhas periódicas de monitorização.

Neste trabalho é apresentada uma análise das causas possíveis do processo de eutrofização e da evolução do estado trófico das lagoas acima referidas, baseada em resultados de campanhas de amostragem e monitorização realizadas entre 1988 e 2002.

A análise dos dados recolhidos em diversos trabalhos realizados nos últimos anos nas Bacias Hidrográficas da Lagoa das Sete-Cidades e Furnas permitem estimar que as cargas nutritivas que podem estar a atingir a Lagoa das Sete-Cidades, correspondendo a 24,6 gN/m².ano e 2,96 gP/m².ano, são 10 e 18 vezes superiores às cargas máximas admissíveis de azoto e fósforo e 5 e 9 vezes superiores às cargas de perigo para a lagoa dos mesmos nutrientes. As cargas nutritivas que afluem à Lagoa das Furnas através das linhas de água podem ser estimadas em 16 gN/m².ano e 0,8 gP/m².ano, sendo 11 e 8 vezes superiores às cargas máximas admissíveis de azoto e fósforo para esta lagoa e 5 e 4 vezes superiores às cargas de perigo dos mesmos nutrientes. Por outro lado, estimativas efectuadas com base em dados de lixiviação de nutrientes recolhidos na bibliografia da especialidade, embora podendo não ser directamente extrapoláveis para as condições de solo, relevo e clima da Ilha de S. Miguel, conduziram a valores que indicam que as escorrências difusas podem veicular maiores quantidades de nutrientes que as linhas de água o que torna ainda mais preocupante a situação desta lagoa. As estimativas das cargas nutritivas afluentes à lagoa foram efectuadas com base em determinações realizadas num número muito limitado de amostras, pelo que seria de toda a

conveniência dispor de um número mais significativo de dados de campo, para que os resultados se aproximassem o mais possível da realidade;

O Índice de Estado Trófico (TSI) nas lagoas das Sete-Cidades oscilou, de 1988 a 2002, entre 30 (oligotrofia) e 60 (eutrofia) na Lagoa Azul, com maior preponderância de valores situados na gama da mesotrofia (40-50). A Lagoa Verde, durante o mesmo período, registou maior tendência para valores de TSI de meso-eutrofia (50-60). Os resultados da monitorização do estado de qualidade da água através de parâmetros físico-químicos não permitem concluir que tenha havido um agravamento do estado trófico da Lagoa das Sete-Cidades entre 1988 e 2002, mas também não revelam uma melhoria. A situação tem-se mantido num estado de mesotrofia com oscilações maiores no sentido da eutrofia que da oligotrofia. Apesar de não terem sido detectadas concentrações muito elevadas de nutrientes na massa de água a densidade populacional do fitoplâncton tem vindo a aumentar, ao longo do tempo, nas duas sub-unidades que compõem a Lagoa das Sete-Cidades. Além disso, tem vindo a verificar-se também o aumento da preponderância da população de cianobactérias sobre os restantes grupos fitoplanctónicos ao longo da maior parte do ano, o que suscita preocupações ainda maiores devido à possível presença de cianotoxinas. O aumento das concentrações de azoto inorgânico assimilável são preocupantes e podem estar na origem dos recentes desenvolvimentos explosivos de cianobactérias, pois o género *Microcystis*, o responsável pelas últimas florescências, não está normalmente associado a situações de limitação transitória de azoto;

O Índice de Estado Trófico (TSI) na Lagoa das Furnas oscilou, de 1988 a 2002, entre 40 (mesotrofia) e 70 (eutrofia), com maior preponderância de valores situados na gama da eutrofia (50-70). Com base nos resultados aqui apresentados não se pode afirmar que o estado trófico da Lagoa das Furnas tenha sofrido uma alteração significativa neste período. Com efeito, ocorreram períodos em que a qualidade da água revelou uma certa melhoria, logo seguidos de outros em que se notou um agravamento substancial, geralmente na sequência de fortes precipitações atmosféricas. O aumento das concentrações de nutrientes na massa de água conduziu com frequência a elevadas densidades populacionais de fitoplâncton, no entanto não se registou uma tendência nítida para o seu aumento ao longo do tempo, antes se registaram flutuações significativas, com períodos em que a densidade algal, e, particularmente, a densidade de cianobactérias assumiram valores menos elevados. O “bloom” de cianobactérias, dos géneros *Anabaena* e *Microcystis*, ocorrido em 2002 na Lagoa das Furnas, atingiu um nível preocupante pois a densidade destes microrganismos ultrapassou o Nível de Alerta considerado pela OMS como de risco para a saúde de humanos e animais que contactassem com a água, sobretudo por se tratar de organismos produtores de toxinas.

A probabilidade de os “blooms” de cianobactérias nestas lagoas se tornarem recorrentes é elevada, sobretudo enquanto não começarem a surtir efeito medidas para limitação da carga nutritiva afluente. Estas medidas estão previstas nos planos de ordenamento das respectivas bacias hidrográficas, em elaboração, e que se espera venham a sofrer aprovação e implementação num futuro próximo.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade da água, lagoas, nutrientes, eutrofização.

MONITORIZAÇÃO AMBIENTAL DA DESCARGA NO MAR DO EFLUENTE DO SISTEMA DE SANEAMENTO DA COSTA DO ESTORIL

Maria Helena MARECOS do MONTE

Eng. Quím. Esp. Eng. San., Doutora, Directora Estudos e Desenvolvimento, SANEST - R. Flor da Murta, 2770-064 Paço de Arcos, hmarecos@sanest.pt

Ramiro NEVES

Eng. Mecânico, Professor Associado, IST – Av. Rovisco Pais 1049-001 Lisboa, ramiro.neves@ist.utl.pt

Cristina SANTOS

Bióloga, Investigadora, INETI – Est. Do Paço do Lumiar 1649-038 Lisboa, cristina.santos@ineti.pt

Víctor QUINTINO

Biólogo, Professor Auxiliar, Universidade de Aveiro, 2810-193 Aveiro, vquintino@bio.ua.pt

Pedro Silva BARATA

1º Tenente, Esp. Hidrografia, Instituto Hidrográfico – R. Das Trinas, 1200-856 Lisboa, silva.barata@hidrografico.pt

Alexandre BETTENCOURT

Eng. Químico, Doutor, Professor Associado Agregado, Universidade de Évora, 7000-671 Évora

Vitória MIRA da SILVA

Eng. Química, Esp. Eng. Sanitária, Assessora Principal, INAG, Av. Alm. Gago Coutinho, 30, 1100 Lisboa, vitoria@inag.pt

RESUMO: A qualidade balnear das praias da zona costeira entre Lisboa e Cascais, conhecida como Costa do Estoril, degradou-se seriamente nos anos sessenta e setenta, ao ponto de se tornar imprópria para esta utilização, em consequência do elevado crescimento demográfico registado na região envolvente - municípios de Amadora, Oeiras, Cascais e Sintra – à época muito insuficientemente equipada com sistemas de águas residuais.

Em 1972 foi aprovada a solução a implementar para a resolução do problema: a construção do Sistema de Saneamento da Costa do Estoril (SSCE), constituído fundamentalmente por um Interceptor Geral que aflui graviticamente a uma ETAR, sendo o efluente lançado no oceano Atlântico, por meio de um Emissário Submarino (Figura 1). Esta solução, conhecida como “Tudo à Guia”, foi implementada em duas fases, que decorreram entre 1985–1993 e 1995–1998, respectivamente.

A dimensão do Sistema de Saneamento da Costa do Estoril, que serve presentemente uma população da ordem de 750 mil e. p., determina que, de acordo com a legislação vigente, se proceda a uma beneficiação da ETAR existente. No caso do Sistema de Saneamento da Costa do Estoril a definição do nível de tratamento a alcançar com esta beneficiação do tratamento das águas residuais constitui um caso interessante, pelo seu carácter de excepção, tendo sido especificamente objecto de uma Decisão da Comissão Europeia (Decisão 2001/720/CE), ao abrigo do nº 5 do Art.º 8º da Directiva do Conselho 91/271/CEE relativa ao tratamento de águas residuais urbanas.

Para a aprovação desta Decisão muito contribuíram os resultados da monitorização do meio receptor, que começou a ser realizada em 1993, antes da entrada em funcionamento da primeira fase do SSCE, e tem prosseguido desde então, com ligeiras adaptações do programa.

Esta comunicação descreve a monitorização do impacte da descarga do efluente do SSCE no meio receptor, apresentando sucintamente o programa de monitorização, tanto ao nível da coluna de água e dos sedimentos na zona de descarga do emissário e de dispersão da pluma de efluente, bem como as conclusões baseadas nos resultados obtidos, nas suas vertentes microbiológicas, físico-químicas, toxicológicas, ictiológicas e biota bentónica, que mostram que não se detectam efeitos adversos significativos no meio receptor.

Embora o programa de monitorização abranja a análise de um vasto conjunto de parâmetros físico-químicos em amostras de água do meio receptor marinho colhidas à superfície, a meia profundidade e no fundo da coluna de água de vários pontos de amostragem, por imperativos de concisão, apresentam-se nesta comunicação apenas exemplos dos resultados que serviram de suporte à Decisão da Comissão 2001/720/CE, que concedeu a derrogação do nível de tratamento à ETAR do Sistema de Saneamento da Costa do Estoril. Os parâmetros considerados de particular interesse



Figura 1 – Sistema de Saneamento da Costa do Estoril

foram os que traduzem o risco e o estado de eutrofização do meio receptor e os parâmetros bacteriológicos mais relevantes na avaliação da qualidade da água para usos balneares, piscícolas e conquícolas.

A Directiva 91/271/CEE relativa ao Tratamento de Águas Residuais Urbanas e o Decreto-Lei nº 152/97, que adopta a referida directiva para o direito nacional, requerem pelo menos tratamento secundário para sistemas servindo aglomerados com mais de 150 mil e.p., como é o caso do sistema gerido pela SANEST. No entanto, a mesma legislação abre a possibilidade de derrogação do nível de tratamento para primário, no caso de o efluente ser descarregado num meio receptor classificado como menos sensível, desde que sejam satisfeitas determinadas condições, nomeadamente não resultar impacto adverso pela descarga de um efluente submetido a um nível de tratamento inferior ao secundário (Art.º 8º § 5 da Directiva 91/271/CEE).

A SANEST entendeu que estavam reunidas as condições para ser autorizada a implementar a Beneficiação do Tratamento das Águas Residuais do SSCE no quadro de um tratamento primário, pelo que em Maio de 1999 apresentou ao Instituto da Água (INAG) do Ministério do Ambiente um processo solicitando derrogação do nível de tratamento das águas residuais de secundário para primário.

A decisão da SANEST baseava-se nos resultados de exaustivos estudos de monitorização do impacto do lançamento no mar do efluente do SSCE (que mostraram que a descarga de um efluente submetido apenas a tratamento preliminar não afectou negativamente o meio receptor) e de simulações em modelo matemático que evidenciaram que a descarga de um efluente secundário não induziria benefícios ambientais relativamente à descarga de um efluente primário.

O INAG aprovou a posição da SANEST, tendo o Estado Português enviado o processo para aprovação da Comissão Europeia em Junho de 1999. A Comissão apresentou ao Comité instituído segundo o Art.º 18º da Directiva 91/271/CEE uma proposta de aprovação da derrogação solicitada pelo Estado Português, a qual foi aprovada em 21 de Fevereiro de 2001, sob a forma da Decisão 2001/720/CE, publicada do Jornal Oficial das Comunidades Europeias de 10 de Outubro de 2001. Esta Decisão, que rege a Beneficiação do Tratamento de Águas Residuais do Sistema de Saneamento da Costa do Estoril, vem permitir uma significativa economia nos custos operativos do tratamento das águas residuais afluentes ao Sistema.

PALAVRAS-CHAVE: Águas residuais urbanas, Monitorização, Emissário submarino

MONITORIZAÇÃO DOS PARÂMETROS RADIOACTIVOS NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DA EPAL

Maria João Gouveia BENOLIEL¹, João Miguel PAIVA²

⁽¹⁾ Eng^a Química Industrial, maria.benoliel@epal.pt; ⁽²⁾ Lic. em Química Tecnológica, joapaiva@epal.pt
Laboratório Central da EPAL, RUA DO ALVIELA, 12 – 1170-012 LISBOA, +351-21 8100221

RESUMO: A EPAL tem implementado desde há vários anos um programa de monitorização dos níveis de radioactividade nas captações superficiais de Valada-Tejo e de Castelo de Bode, as quais representam cerca de 80 % do volume total de água captada. A implementação deste programa teve como objectivo principal a avaliação do risco de uma possível contaminação com produtos radioactivos provenientes das instalações nucleares espanholas, localizadas na bacia hidrográfica do rio Tejo. Para este efeito procedeu-se periodicamente à amostragem e análise de água para a determinação da actividade alfa total e da actividade beta total, o que permitiu à EPAL um controlo da presença de radionuclidos de origem natural e/ou artificial. A legislação nacional à data da implementação do programa, não estabelecia normas, critérios e objectivos da qualidade para águas superficiais e subterrâneas usadas para captação de água para consumo humano, no respeitante a parâmetros radioactivos. O Decreto-Lei 236/98, actualmente em vigor sobre esta matéria, também não define no Anexo I, critérios da qualidade da água para estes parâmetros. Este mesmo Decreto-Lei, apesar de estabelecer Valores Máximos Recomendáveis de 0.1 Bq/L para a actividade alfa total e de 1,0 Bq/L para a actividade beta total, em água para consumo humano, não estabelecia a obrigatoriedade do controlo destes parâmetros nas redes de distribuição de água para consumo humano. A radioactividade presente nas águas superficiais e subterrâneas é normalmente de origem natural e resulta do decaimento natural das séries dos isótopos radioactivos do actínio, do tório e do urânio. A radioactividade de origem artificial deve-se à presença de radionuclidos de origem artificial decorrente do uso de isótopos radioactivos na indústria e em técnicas de diagnóstico/tratamento na medicina. Com a entrada em vigor do Decreto-Lei 243/01, que estabelece normas relativas à qualidade da água destinado ao consumo humano, as entidades gestoras de sistemas de abastecimento de água têm de proceder à amostragem e análise de actividade alfa total, actividade beta total, trítio e dose indicativa total.

O Laboratório Central da EPAL não efectua a análise destes parâmetros em rotina, tendo recorrido para o efeito a subcontratados, como o Instituto de Tecnologia Nuclear (ITN) e mais recentemente ao ECOCHEM, AS da República Checa.

Os resultados de radioactividade alfa e beta total obtidos ao longo do tempo nas captações superficiais revelaram sempre valores baixos destes parâmetros. Contudo, tendo presente a entrada em vigor do Decreto-Lei 243/01 o Laboratório Central da EPAL procedeu, durante 2003, à análise dos parâmetros radioactivos estabelecidos neste Decreto-Lei, assim como à pesquisa de alguns radionuclidos, com vista a avaliar o potencial risco associado a este tipo de parâmetros. A presente comunicação apresenta os resultados das medições de radioactividade alfa e beta total, realizadas ao longo do tempo nas captações superficiais da EPAL, assim como os resultados das medições de radioactividade realizadas durante o ano de 2003 na água distribuída a Lisboa e fornecida a municípios. Referem-se também os custos envolvidos na realização desta análises no âmbito do controlo da qualidade da água distribuída à cidade de Lisboa e fornecida em alta a 24 municípios, para cumprimento do Decreto-Lei 243/01.

PALAVRAS-CHAVE: radioactividade, Decreto-Lei 243/01, qualidade da água,

QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO AVE, ANTES E APÓS A IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA INTEGRADO DE DESPOLUIÇÃO DO VALE DO AVE - SIDVA

Manoel F. CARREIRA

Engº Químico, prof. assistente da UEM, Av. Zeferino Vaz S/N, 86360-000, Goioerê - Paraná - Brasil, 00 55 44 522 2179, mfc@crg.uem.br

Maria T. S. P. AMORIM

Engª Química, profa. associada da UMINHO - Campus de Azurém, 4800-058 Guimarães - Portugal, 00 351 253 510 286,
mtamorim@det.uminho.pt

Flávio R. LAPOLLI

Engº sanitaria, prof. adjunto da UFSC - Florianópolis - Santa Catarina - Brasil, 88040-970I, 00 55 48 331 9597, frl@ens.ufsc.br

RESUMO: Atualmente, princípio do século XXI, já é habitual se ouvir o cidadão comum fazer considerações a respeito do ambiente, principalmente em relação à situação dos rios. Estes comentários são tanto mais intensos quanto maior a importância do rio para a região. Este é o caso do rio Ave, na Região Norte de Portugal, também conhecida como Alto Minho. Nasce na Serra da Cabreira e ao longo dos 93,5km de sua extensão passa por 7 concelhos (505.613 habitantes e 478 unidades industriais), antes de chegar à foz, em Vila do Conde. A despoluição deste importante rio português foi planejada em meados da década de 1970, vindo a se concretizar, em termos de ação (operação do sistema), em 1998, com a entrada em operação o Sistema Integrado de Despoluição do Vale do Ave - SIDVA. Constituído de três estações de tratamento de águas residuais para despejos urbanos e industriais, deve atender um contingente populacional de 600.000 habitantes em uma primeira etapa, chamada de fase 01 e 02.

Cinco anos depois da implantação do SIDVA, a grande pergunta é: o rio Ave apresentou nesse período melhoras em sua qualidade ambiental? Este trabalho busca fazer uma comparação entre os parâmetros de qualidade auferidos pelo Instituto Nacional da Água - INAG, uma análise teórica da capacidade de absorção de carga poluente pelo rio Ave, alguns dados de análise de cor ao longo do rio e a opinião da comunidade que vive na margem do rio. Na pesquisa se ouviu a opinião de moradores antigos e residentes na margem do rio, técnicos ambientais de empresas que utilizam o rio como fonte de água industrial, além de profissionais envolvidos com o ambiente que atuam na região. Em termos gerais as opiniões subjetivas divergem dos dados de qualidade da água fornecidos pelo INAG.

PALAVRAS-CHAVE: Rio Ave, Qualidade da água, Despoluição, Análise subjetiva.

QUALIDADE DAS ÁGUAS E FATORES DE POLUIÇÃO EM PRAIAS NA REGIÃO DA GRANDE JOÃO PESSOA-PARAÍBA-BRASIL

Fátima MOROSINE ⁽¹⁾

Química Industrial, mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela UFPB. Pós graduada em Engenharia Sanitária e Ambiental (UFPB). Especialista em Planejamento e Administração Ambiental (UFBA). Especialista em Gestão Ambiental (ENAP- Brasília). Técnica da SUDEMA- Superintendência de Administração do Meio Ambiente

Maria de Fátima Lins de MENEZES

Química da SUDEMA e Coordenadora da Coordenadoria de Medições Ambientais

Virgílio Pinto GADELHA

Químico da SUDEMA atuando na Coordenadoria de Medições Ambientais .

Sonia Matos FALCÃO

Arquiteta, Especialista em Educação Ambiental, Mestranda em Desenvolvimento e meio Ambiente e diretora técnica da SUDEMA.

Rafael Moraes de LIMA

Estudante de Engenharia Civil da UFPB e pesquisador da SUDEMA.

Endereço ⁽¹⁾ : Avenida Epitácio Pessoa, 3883, Apto 602C Miramar - CEP- 58032-00 João Pessoa - PB. Fones: **(83) 2262320** , **(83)99835277** , Fax **(83)**

218 5586E mail: morosine@terra.com.br morosine@sudema.pb.gov.br

RESUMO: O presente trabalho relata as condições de balneabilidade das praias localizadas na zona costeira que banha os municípios litorâneos que compõem a região da grande João Pessoa, estado da Paraíba. Objetiva avaliar a evolução espaço - temporal nas condições sanitárias das 15 praias distribuídas entre a foz do rio Paraíba do Norte e a foz do rio Gramame, municípios de Cabedelo (cidade portuária) e João Pessoa (capital do Estado).

O estudo foi realizado através de um programa de monitoramento implantado e executado pela SUDEMA, no período de janeiro de 1999 a janeiro de 2003. Em cada amostra foram determinadas temperatura, pH, e coliformes fecais pela técnica da membrana filtrante (APHA, 1989).

A classificação das águas como: **PRÓPRIA, IMPRÓPRIA** no referente a sua qualidade para balneabilidade foi feita segundo o padrão nacional vigente (Resolução CONAMA 20/86).

Os resultados evidenciaram grande heterogeneidade espacial nas diferentes estações de coleta. Observou-se que ao longo dos anos algumas praias apresentaram um aumento crescente e acentuado contaminação de origem fecal porém, em outras, vêm-se registrando uma gradativa recuperação nas condições de balneabilidade.

Conclui-se que 95% do trecho estudado apresenta excelentes condições de balneabilidade. A contaminação registrada é sazonal e pontual, e está associada às deficiências na oferta de saneamento básico, falhas operacionais no sistema de esgotamento sanitário .

PALAVRAS - CHAVE: Balneabilidade, Poluição Sazonal, Fecal e Recuperação.

ESTUDO DA POLUIÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS POR NITRATOS NO DISTRITO DE LISBOA

Anos de 2000 A 2002

M. Helena REBELO

Farmacêutica, Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge, Av. Padre Cruz, 1649-016, Lisboa,

351.1.7519299, helena.rebelo@insa.min-saude.pt

A. Alexandra LOPES

Química Aplicada, Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge, Av. Padre Cruz, 1649-016, Lisboa,

351.1.7519299, alexandra.lopes@insa.min-saude.pt

Ana M. ALVES

Técnica de Análises Clínicas e Saúde Pública, Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge, Av. Padre Cruz, 1649-016, Lisboa, 351.1.7519259,

lga.cqh@insa.min-saude.pt

M. Conceição LOPES

Técnica de Análises Clínicas e Saúde Pública, Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge, Av. Padre Cruz,

1649-016, Lisboa, 351.1.7519259, lga.cqh@insa.min-saude.pt

RESUMO: A crescente contaminação das águas por nitratos, verificada nos últimos anos, constitui um problema ambiental com repercussões importantes na saúde pública. A toxicidade associada aos nitratos está relacionada com a possibilidade de redução endógena a nitritos, os quais desempenham um papel importante na formação de metahemoglobina e de nitrosaminas.

Este trabalho pretende contribuir para o conhecimento dos teores de nitratos em águas subterrâneas no Distrito de Lisboa e refere-se a análises efectuadas, entre 2000 e 2002, a águas utilizadas para consumo humano provenientes de captações particulares.

Embora no referido Distrito a rede de distribuição pública abranja a quase totalidade da população, alguns povoamentos mais dispersos não estão, ainda, abrangidos pela rede pública de distribuição ou preferem, por motivos económicos, utilizar, para consumo humano, a água proveniente de captações próprias. Por esta razão, a monitorização de nitratos e o aconselhamento à população com abastecimento próprio assume particular importância.

PALAVRAS-CHAVE: Poluição por nitratos, qualidade da água para consumo humano, águas subterrâneas, metahemoglobinémia, nitrosaminas

POLUIÇÃO URBANA NAS BACIAS DE DRENAGEM DAS BARRAGENS DE ALQUEVA E PEDRÓGÃO

Margarida FONSECA

*Engª do Ambiente, Directora de Projecto da PROCESL - Engenharia Hidráulica e Ambiental, Lda.
SintraCascais Escritórios-Rua da Tapada da Quinta de Cima-Linhó-2714-555 SINTRA, +351.21.910 45 87, mfonseca@procesl.pt*

Maria Helena TAVARES

Engª Química e Sanitarista, Directora de Projecto da PROCESL - Engenharia Hidráulica e Ambiental, Lda. mtavares@procesl.pt

Alexandra CARDOSO

*Engª Civil e Sanitarista, Directora Geral da UNIREDE - Sistemas de Informação e Gestão, Lda.
Rua Poeta Bocage, 2-3ºEsqº, 1600-233 LISBOA, +351.21.711 14 45, alexandra.cardoso@unirede.pt*

RESUMO: A comunicação sintetiza o estudo realizado para a EDIA - Empresa de Desenvolvimento e Infra-Estruturas do Alqueva, S.A. sobre a bacia hidrográfica do Rio Guadiana na secção da barragem de Pedrógão, em especial na área em território nacional que drena directamente para as albufeiras de Alqueva e Pedrógão, visando referenciar e caracterizar as fontes de poluição urbana e programar as intervenções a desenvolver para atenuar as cargas poluentes respectivas em articulação com os requisitos legais e de qualidade das águas superficiais.

Enquadrados inicialmente os condicionantes estruturais e legais e tendo presente a significativa importância da componente internacional desta bacia hidrográfica, foram depois sistematizadas as características mais relevantes da situação quanto à qualidade do meio hídrico e as alterações previsíveis com o enchimento da albufeira de Alqueva, sendo referenciado o desenvolvimento turístico que se prevê para a sua envolvente.

Subsequentemente foi avaliada a contribuição, para a poluição tónica e urbana, de cada sub-bacia hidrográfica principal do Rio Guadiana, em Portugal e Espanha, para percepção da importância e distribuição das cargas poluentes afluentes aquele rio.

Em relação ao território nacional, foram depois georeferenciadas e avaliadas todas as descargas de águas residuais urbanas, e caracterizadas, mediante levantamento individualizado, as instalações de tratamento existentes e respectivas condições de funcionamento.

A concluir, foram definidos condicionantes específicos a respeitar por certos efluentes urbanos, foram estabelecidas as prioridades de intervenção relativamente às descargas desses efluentes e foi apresentado um conjunto de recomendações específicas. Foram também sugeridas avaliações regulares do estado da situação, bem como acções de divulgação, informação e sensibilização das populações quanto ao uso e defesa da qualidade da água e também acções de “lobby” junto das entidades responsáveis para promover a melhoria da qualidade da água do Guadiana proveniente de Espanha.

PALAVRAS-CHAVE – Alqueva, Qualidade das águas superficiais, Poluição urbana, Tratamento das águas residuais urbanas

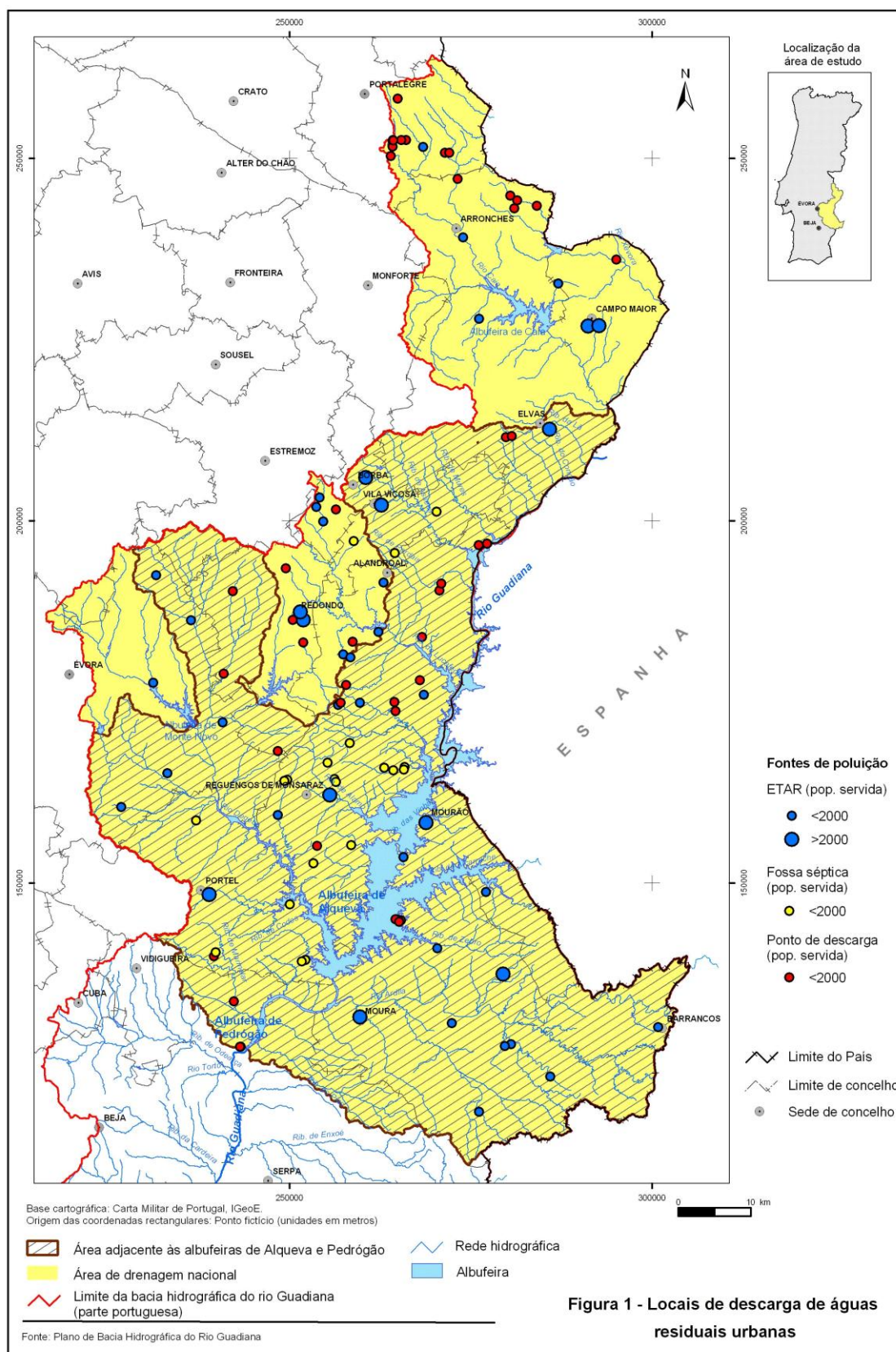


Figura 1 Locais de descarga de águas residuais urbanas

SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA APOIO ÀO ESTUDO DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS NO ESTUÁRIO DO RIO GUADIANA

Nuno CHARNECA

Eng^o Biofísico LNEC, Av. do Brasil, 1700-066, Lisboa, +351.21.8443885, ncharneca@lnec.pt

Sandra Silva

Eng^a Informática, LNEC, Av. do Brasil, 1700-066, Lisboa, +351.21.8443748, sisilva@lnec.pt

RESUMO: O Sistema de Informação desenvolvido (SIGUAD) é parte integrante do Estudo das Condições Ambientais no Estuário do Rio Guadiana e Zonas Adjacentes. Este trabalho foi realizado pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil em conjunto com as Universidades de Évora e Algarve para o Instituto da Água. O objectivo do projecto foi o de avaliar eventuais efeitos das intervenções estruturais previstas para a bacia hidrográfica do Guadiana no ambiente estuarial e na zona costeira adjacente, de forma a permitir a definição de medidas de gestão que os anulem ou minimizem. O projecto visa apoiar a Administração Portuguesa no cumprimento do estipulado na Convenção para a Protecção e o Aproveitamento Sustentável das Águas das Bacias Hidrográficas Luso-Espanholas, de Novembro de 1998, no que se refere ao rio Guadiana.

A complexidade e multidisciplinaridade das questões envolvidas neste estudo resultaram numa obtenção e manipulação de uma grande quantidade e variedade de dados, o que colocou desde logo um desafio de organização, acesso e actualização da informação produzida. A solução para este desafio levou ao recurso a um sistema de informação integrado que reunisse todos os dados de diferentes naturezas que estavam a ser produzidos pelas equipas que integravam o estudo.

Nesta comunicação descrevem-se detalhadamente, as etapas de desenvolvimento do sistema: composto por uma geobase de dados (repositório único de dados geográficos e alfanuméricos) e pela *interface web* a que a ela acede, através de dois módulos distintos, embora integrados (alfanumérico e, geográfico). Esta *interface* integrada foi desenvolvida recorrendo à programação orientada por objectos em ambiente JAVA (*Java applets*, *JSP*, *servlets* e *JDBC*) disponibilizando funcionalidades programadas especificamente para serem executadas através de um *browser*, sendo apenas necessária uma autenticação do utilizador através de uma palavra-passe. O funcionamento do sistema é feito através de um servidor *Web* que suporta também um serviço de mapas operando num ambiente distribuído composto por componentes do lado dos clientes e do servidor. Os formatos de apresentação dos conteúdos a que os utilizadores acedem variam conforme o tipo de utilizador, dado que cada grupo de utilizadores goza de privilégios distintos. O sistema contempla três tipos de utilizadores (níveis de acesso): o de administrador, o de investigador e o de público.

A Base de dados criada está desenvolvida de forma a ligar-se ao Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH) através de um mapeamento de parâmetros inter-sistema rigoroso, o que permite actualizar informação entre as duas bases de dados (SNIRH e SIGUAD) evitando, assim, duplicação de informação e contribuindo para uma total compatibilização de ambos os sistemas de informação.

PALAVRAS-CHAVE: Sistemas de Informação Geográfica, Gestão Ambiental, Serviços Web, Estuários, GeoBases de Dados.

DETECÇÃO E MAPEAMENTO DA DESCARGA DE EFLUENTE PROVENIENTE DUM EMISSÁRIO SUBMARINO UTILIZANDO UM VEÍCULO SUBMARINO AUTÓNOMO

Patrícia RAMOS

Investigadora, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Rua Dr. Roberto Frias, 4200-465, Porto, +351.22.5081539, patricia@fe.up.pt

Fernando L. PEREIRA

Professor Associado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Rua Dr. Roberto Frias, 4200-465, Porto, +351.22.5081539, flp@fe.up.pt

Isabel QUINTANEIRO

Engª. Química/Directora de Planeamento, SIMRIA, Rua Capitão Sousa Pizarro, nº 60, 3810-076, Aveiro, +351.234.378263, i.quintaneiro@simria.pt

RESUMO: Os Veículos Submarinos Autónomos (VSAs), pela relativa facilidade de operação e capacidade de recolha de grandes quantidades de dados, de natureza muito diversa, a diferentes profundidades e com grande rapidez, constituem uma tecnologia de vanguarda para monitorização ambiental e em particular podem ser utilizados com elevado sucesso na avaliação das condições de funcionamento dos emissários submarinos.

Esta publicação diz respeito a uma missão de monitorização ambiental ao Emissário Submarino de S. Jacinto utilizando o VSA Isurus levada a cabo pela equipa do Laboratório de Sistemas e Tecnologia Subaquática da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP) em Julho de 2002, com a colaboração e apoio logístico do Instituto Hidrográfico (IH).

O principal objectivo desta campanha de monitorização consistiu na recolha de dados relevantes para a detecção e o mapeamento da pluma de efluente proveniente do Emissário Submarino. Utilizando os dados de temperatura, condutividade e profundidade, que recolhe continuamente a partir do sensor CTD que mantém a bordo durante a execução da missão, é possível efectuar um mapeamento da pluma. Dada a autonomia que o veículo mantém durante a execução da missão, a caracterização espacial da pluma através de dados hidrológicos só é possível uma vez que em cada instante este consegue determinar a sua posição com elevada precisão.

A caracterização da estrutura da pluma quando estabilizada inclui a determinação da sua altura máxima de ascensão, espessura bem como altura ao nível da diluição mínima. Estes dados permitem ainda o cálculo do valor da diluição inicial proporcionada pelo Emissário e consequente avaliação do nível de eficiência do seu funcionamento. Simulações do comportamento da pluma executando modelos matemáticos de previsão com os dados recolhidos nas várias campanhas já realizadas permitiram, além da sua caracterização geral, delimitar aproximadamente a zona de mistura inicial onde se deveria efectuar a monitorização e definir quer o comprimento das trajectórias a efectuar pelo Isurus quer a resolução necessária para o mapeamento.

Dada a necessidade de algum conhecimento do posicionamento da pluma para a definição exacta da missão, esta só foi perfeitamente determinada pouco antes do seu início. Utilizando os dados de perfis de CTD e ADCP obtidos pouco antes de se dar início à missão, foi executada uma aplicação que definiu exactamente a zona a percorrer, as trajectórias a efectuar e as profundidades a considerar para se proceder ao mapeamento e à determinação da diluição inicial.

Nesta publicação, além de ser apresentada em pormenor esta estratégia de monitorização, especialmente concebida para a detecção da pluma utilizando o VSA Isurus, é feita uma descrição da missão e são nomeadamente apresentadas as aplicações utilizadas na campanha. São também descritos os resultados obtidos nomeadamente ao nível de caracterização espacial de pluma e cálculo da diluição com vista à avaliação da performance do emissário face à regulamentação.

INFLUÊNCIA DO FÓSFORO DE ORIGEM AGRÍCOLA NA CLASSIFICAÇÃO DO ESTADO TRÓFICO DAS PRINCIPAIS ALBUFEIRAS DE PORTUGAL CONTINENTAL

Paulo A. DIOGO

Assistente, DCEA/FCT/UNL, Almada, +351212948300, pad@fct.unl.pt

Pedro S. COELHO

Assistente, DCEA/FCT/UNL, Almada, +351212948300, pmhc@fct.unl.pt

Manuel C. ALMEIDA

Bolseiro, DCEA/FCT/UNL, Almada, +351212948300

Nelson S. MATEUS

Bolseiro, DCEA/FCT/UNL, Almada, +351212948300

António C. RODRIGUES

Professor auxiliar, DCEA/FCT/UNL, Almada, +351212948300, acr@fct.unl.pt

RESUMO: No estudo realizado procedeu-se à classificação do estado trófico de 88 albufeiras de Portugal continental. Nesta classificação concluiu-se que 41 albufeiras se classificam como eutróficas, tendo-se igualmente verificado que a concentração de fósforo total (P_{total}) é um critério determinante do estado trófico de todas estas albufeiras. Face a esta situação e com o objectivo de identificar as principais fontes deste nutriente nas massas de água em estudo, procedeu-se à quantificação das cargas de P_{total} de origem difusa e urbana, afluentes a cada albufeira. A quantificação das cargas com origem urbana baseou-se em valores de carga urbana produzida por concelho, tendo sido utilizado um sistema de informação geográfica para estimar as contribuições de cada concelho para cada área drenante. A carga de P_{total} de origem difusa afluente a cada albufeira foi calculada com base em taxas de exportação de P_{total} , tendo para esse efeito sido utilizadas duas cartas digitais de uso do solo, a carta Corine Land Cover e a carta da Direcção Geral de Florestas. As cargas totais afluentes estimadas para cada albufeira foram aferidas com a utilização de um modelo de mistura completa, com o qual foram estimadas concentrações de P_{total} nas albufeiras. Para um conjunto significativo de albufeiras foram obtidas estimativas de concentração próximas das médias anuais observadas nos dados de campo, tendo-se verificado nos resultados obtidos que as albufeiras localizadas na região do Alentejo são aquelas nas quais a qualidade da água é mais influenciada por poluição de origem agrícola.

PALAVRAS-CHAVE: albufeiras, estado trófico, fósforo total.

SIMULAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA NAS ALBUFEIRAS DO RIO DOURO COM UM MODELO DE ALBUFEIRAS EM SÉRIE

Paulo A. DIOGO

Assistente, DCEA/FCT/UNL, Almada, +351212948300, pad@fct.unl.pt

Pedro S. COELHO

Assistente, DCEA/FCT/UNL, Almada, +351212948300, pmhc@fct.unl.pt

Manuel C. ALMEIDA

Bolseiro, DCEA/FCT/UNL, Almada, +351212948300

Nelson S. MATEUS

Bolseiro, DCEA/FCT/UNL, Almada, +351212948300

António C. RODRIGUES

Professor auxiliar, DCEA/FCT/UNL, Almada, +351212948300, acr@fct.unl.pt

RESUMO: De acordo com os dados disponíveis as albufeiras do rio Douro apresentam elevadas concentrações em fósforo total, sintoma de eutrofização das massas de água. Com o objectivo de identificar as principais fontes deste nutriente, foram quantificadas cargas de origem urbana e difusa, afluentes a cada albufeira sob gestão portuguesa. A quantificação das cargas de fósforo total (P_{total}) de origem urbana foi realizada com base nas cargas estimadas para este nutriente no Plano Nacional da Água, por concelho, sendo que para a estimativa de cargas de origem difusa foi utilizado o método de taxas de exportação, tendo para esse efeito sido consideradas duas cartas de uso do solo, as cartas da Direcção Geral de Florestas e Corine Land Cover. As cargas totais afluentes a cada albufeira foram avaliadas através da implementação de um modelo de mistura completa. Essa implementação teve necessariamente em conta o facto das albufeiras do rio Douro serem operadas em regime de fio de água. No estudo realizado foram considerados os dados de qualidade da água disponíveis para cada albufeira do rio Douro. Nos resultados obtidos verificou-se uma boa concordância entre as concentrações simuladas com base nas estimativas de carga de P_{total} e as concentrações observadas, sendo de salientar o facto de se ter observado uma influência determinante da qualidade da água da albufeira de Miranda na qualidade da água das albufeiras a jusante, em particular até à albufeira do Pocinho.

PALAVRAS-CHAVE: rio Douro, albufeiras, fósforo, fontes de poluição.

SIMULAÇÃO INTEGRADA DA DISPERSÃO DE POLUENTES NO CAMPO PRÓXIMO E NO CAMPO AFASTADO DE UM EMISSÁRIO

Paulo LEITÃO

PhD, Hidromod, Taguspark, Núcleo Central, 363, 2780-920 Oeiras, pchambel.hidromod@taguspark.pt

Ramiro NEVES

PhD, Prof. / Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1096 Lisboa Codex, ramiro.neves@ist.utl.pt

Frank BRAUNSCHWEIG

Master, Researcher / Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1096 Lisboa Codex, frank.maretec@ist.utl.pt

José LEITÃO

PhD, Hidromod, Taguspark, Núcleo Central, 363, 2780-920 Oeiras, jcleitao.hidromod@taguspark.pt

Rodrigo FERNANDES

Master, Researcher / Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1096 Lisboa Codex, rodrigo.maretec@ist.utl.pt

RESUMO : As comunidades técnica e científica têm à sua disposição uma grande variedade de modelos que permitem simular a dispersão de poluentes no campo próximo de um emissário. Os modelos normalmente utilizados em engenharia resolvem a pluma do emissário na sua forma integral admitindo propriedades ambientais estacionárias (ex: CORJET, PLUMES e JETLAG). A pluma do emissário pode ser vista como um jacto ou um conjunto de jactos com impulsão, que são emitidos junto ao fundo. Estes modelos resolvem uma equação de conservação de quantidade de movimento segundo as 3 direcções. Nesta equação admitem o efeito da impulsão na direcção vertical da mistura, por efeito de corte e de arrastamento, nas direcções tangencial e normal ao eixo da pluma. Estes modelos resolvem também uma equação de conservação de massa que tem apenas em conta a mistura por efeito de corte e de arrastamento da pluma no meio receptor.

Estes modelos apenas permitem estudar a zona próxima dos emissários. No entanto, existem alguns esforços de resolver o campo afastado, mas sem considerar totalmente a variabilidade 4D das propriedades ambientes do meio receptor (ex: CORMIX). Em ambientes com forte variabilidade espacial e temporal, como é o caso do meio estuarino estas abordagens podem ter sérias limitações.

Uma forma de ultrapassar estas limitações consiste em acoplar um modelo integral de jactos com impulsão com um sistema de modelação 4D, que permita simular a variação espacial (3D) e temporal (1D) do meio receptor. Esta foi a estratégia adoptada pelos autores que consistiu em desenvolver um módulo de dispersão no campo próximo (MOHIDJET) que facilmente se integra em sistemas 4D de modelação do meio aquático. Este módulo foi integrado no sistema de modelação do meio aquático denominado MOHID (<http://www.mohid.com>) que tem vindo a ser desenvolvido nos últimos 20 anos pelo MARETEC e pela HIDROMOD.

Nesta comunicação pretende-se apresentar a metodologia adoptada no desenvolvimento do módulo MOHIDJET e alguns exemplos de aplicação. Os resultados a apresentar podem ser divididos em duas secções. Na primeira são apresentados resultados de comparação entre o MOHIDJET e os modelos CORJET e JETLAG para três cenários. Estes modelos encontram-se muito disseminados e têm um processo de validação bastante sólido, sustentado em diversas comparações com dados obtidos com modelos reduzidos.

Na segunda secção são apresentados resultados em casos reais nomeadamente: emissário de São Jacinto (Aveiro) e emissário da Guia (Guia). Ambas as aplicações foram realizadas no âmbito de programas de monitorização, implementados pelas empresas SimRia e Sanest, respectivamente. O MOHIDJET acoplado ao sistema MOHID é utilizado no modelo operacional do estuário do Tejo (<http://www.mohid.com/tejo-op>) para fazer previsões diárias da evolução da pluma de coliformes fecais associado a este emissário (Figura 3).

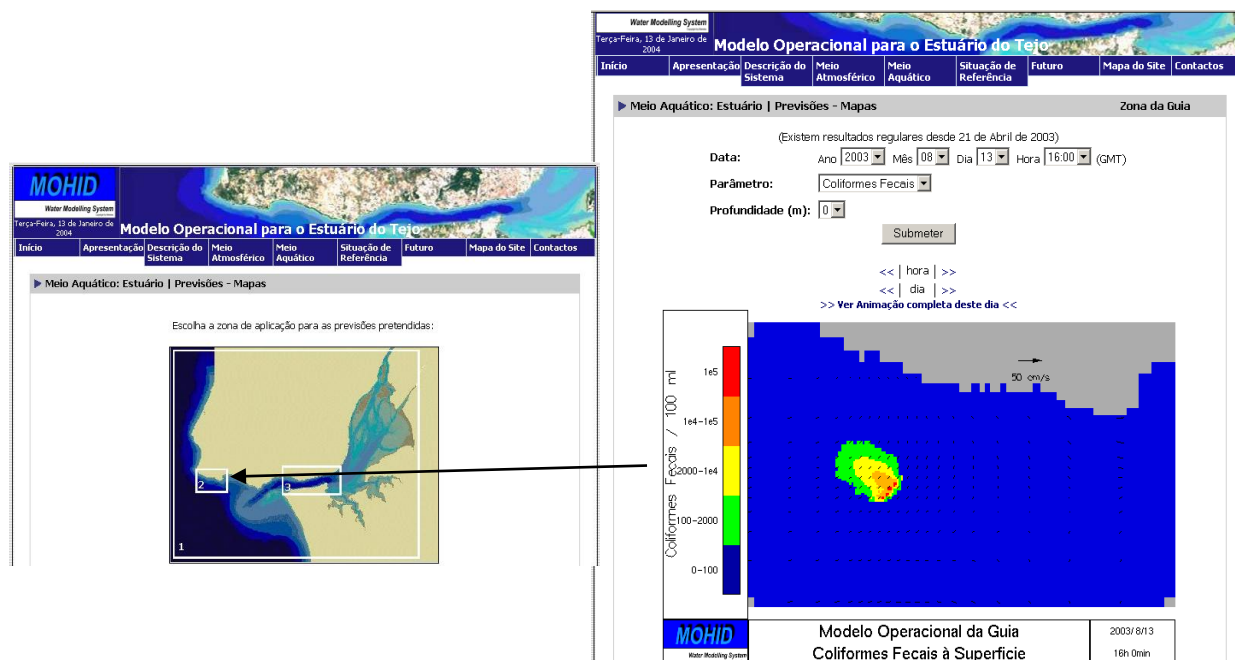


Figura 3 – Resultado da dispersão da pluma de coliformes fecais do emissário de São Jacinto. Este tipo de resultados é produzido diariamente pelo sistema MOHID e publicado na Internet.

O sistema MOHID (<http://www.mohid.com>) com a adição do módulo MOHIDJET ficou apto a simular a dispersão de plumas associadas a emissários no campo próximo e no campo afastado de uma forma integrada.

No MOHIDJET foram programados dois tipos de parametrização dos processos de mistura turbulenta. Estes dois tipos de parametrização encontram-se nas publicações que descrevem os modelos CORJET e JETLAG. No entanto, estas não são exaustivas e por isso eram esperadas algumas diferenças. A limitação do número de Froude no caso do cálculo do coeficiente de difusão associado à mistura por efeito de corte é uma das lacunas das descrições daqueles modelos e por conseguinte foi necessário tomar opções específicas no MOHIDJET que podem dar origem a pequenas diferenças. No entanto, os resultados mostram que estas diferenças são muito inferiores às que existem entre os modelos CORJET e JETLAG para os mesmos cenários.

A nova metodologia, apresentada neste artigo, para simular a dispersão de plumas associadas a difusores com múltiplos orifícios, permite um cálculo conceptualmente mais rigoroso que a metodologia normalmente utilizada em que se admite uma emissão de um jacto ao longo de uma linha.

Actualmente, a validação consistente de modelos, que simulam a diluição inicial de emissários, só é possível com base em dados recolhidos em modelos reduzidos. A validação destes modelos com base em dados recolhidos *in situ* é ainda uma tarefa complexa. A utilização de ASV (*Autonomous Submarine Vehicle*) tem-se revelado a forma mais eficaz de obter dados que, permitam descrever a variabilidade especial das plumas dos emissários.

PRESENÇA DE MATÉRIA ORGÂNICA NA ÁGUA DA ALBUFEIRA DA GUARDA E FORMAÇÃO DE TRIHALOMETANOS

P.M.S.M. RODRIGUES

Departamento de Engenharia Civil, Instituto Politécnico da Guarda, Av. Dr. Francisco Sá Carneiro 50, 6300-559, Guarda, e-mail: pRodrigues@ipg.pt.

LAQUIPAI, Departamento de Química, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, R. Campo Alegre 687, 4169-007 Porto, e-mail: jcsilva@fc.up.pt.

J.C.G. ESTEVES DA SILVA

LAQUIPAI, Departamento de Química, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, R. Campo Alegre 687, 4169-007 Porto, e-mail: jcsilva@fc.up.pt.

RESUMO: A produção de água destinada ao consumo humano está sujeita a um conjunto de operações unitárias que induzem alterações das suas propriedades físicas, químicas e microbiológicas. Um dos tratamentos finais consiste na desinfecção química da água, pela adição de cloro gasoso, dióxido de cloro ou hipoclorito de sódio. A razão da preferência destas espécies químicas prende-se com o seu baixo custo, eficiência e facilidade de utilização. Contudo, a água nesta fase do tratamento é ainda portadora de alguma matéria orgânica solúvel (MOS) não eliminada nas etapas anteriores. As substâncias húmicas, especialmente os AF constituem uma das principais fontes de substâncias orgânicas resultantes da degradação de restos de animais e plantas. Dada a sua solubilidade para qualquer valor de pH, são facilmente arrastados para os sistemas aquosos naturais onde podem participar activamente nos processos biogeoquímicos. Como ficou demonstrado pelos resultados dos estudos de caracterização físico-química das amostras extraídas da água da albufeira da Guarda, os AF contêm na sua estrutura grupos carboxílicos, hidroxílicos e fenólicos, cuja estrutura geral pode ser representada de acordo com o modelo de Buffle apresentada na Figura 1.

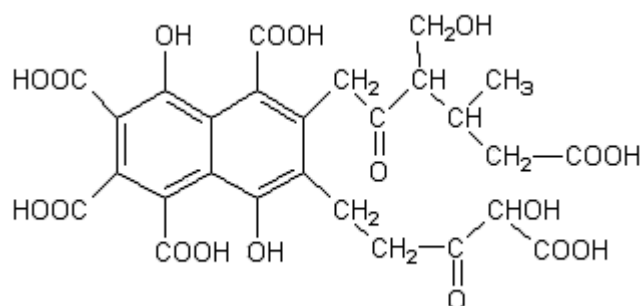


Figura 1 – Estrutura modelo de ácidos fúlvicos de acordo com Buffle.

A existência de resíduos de AF na água que é sujeita a desinfecção através do uso de compostos de cloro leva à formação de espécies químicas organocloradas, algumas das quais tóxicas. Dos organoclorados formados, como subprodutos do processo de desinfecção, o grupo dos THM é dos mais referenciados, sendo classificados como potenciais agentes carcinogêneos para os seres humanos. Os AF, com os quais reagem os compostos de cloro, particularmente grupos funcionais contendo anéis benzenos ligados a grupos hidroxilo, tal como o 1,3-dihidroxibenzeno, estão na origem da formação final de clorofórmio.

Na Figura 2 estão representados alguns cromatogramas típicos obtidos para amostras de água da rede de distribuição pública em quatro cidades portuguesas: Guarda (dois locais distintos), Porto e Viana do Castelo. É possível observar em todos eles a presença de alguns dos compostos

organoclorados, nomeadamente clorofórmio, bromodiclorometano, 1,1,2-tricloroetano, e dibromocloroetano. No caso da água da rede da Guarda os cromatogramas das Figuras 2.a e 2.b correspondem a amostra onde se observaram menores e maiores concentrações das espécies organocloradas, respectivamente.

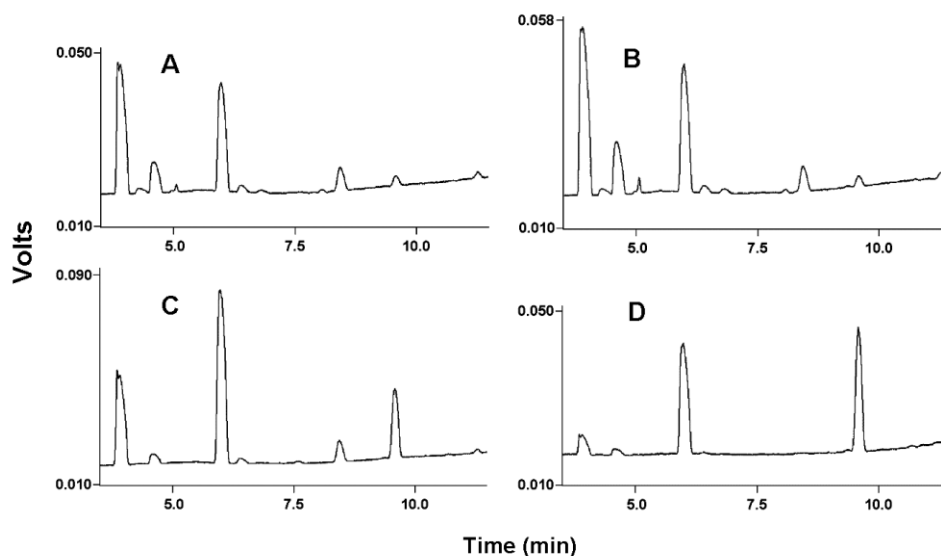


Figura 2 – Cromatogramas típicos de organoclorados em 4 locais distintos. A – Guarda (R. Francisco Sá Carneiro 50 - IPG); B – Guarda (R. Soeiro Viegas 13 – habitação particular); C – Porto; D – Viana do Castelo.

Após a realização deste trabalho podemos elaborar um conjunto de conclusões acerca das propriedades dos AF no que se refere à suas capacidades ácido-base e de complexação com o ião cobre(II), o que nos permite identificar algumas das suas características estruturais e relaciona-las com o aparecimento de compostos organoclorados nas águas. Assim:

- 1) As amostras A1 e A2 apresentam valores de pK_a semelhantes entre si, sendo que a amostra A2 possui uma maior acidez que a amostra A1.
- 2) Na formação de complexos AF-Cu(II), a constante de estabilidade condicional obtida por técnicas potenciométricas revelou valores muito semelhantes (A1 – 6,3; A2 – 6,0).
- 3) A estabilidade dos mesmos complexos medidos por espectroscopia de fluorescência molecular revelou também valores muito próximos para ambas as amostras, quer a pH 4 (A1 – 3,5; A2 – 3,3), quer a pH 6 (A1 – 4,50; A2 – 4,2).
- 4) A semelhança de propriedades ácido-base e de complexação das duas amostras estudadas e obtidas com dois métodos de extracção diferentes mostra que estes dois métodos de extracção de MOS da água permitem obter fracções semelhantes.
- 5) O facto da água de consumo possuir MOS, nomeadamente AF, cuja estrutura química da molécula possui grupos funcionais com grande presença de átomos de oxigénio, tais como grupos carboxílicos quer em anéis aromáticos quer em estruturas alifáticas, leva à formação de compostos organoclorados, concretamente quantidades da ordem das partes por bilião de clorofórmio e tricloroetano.

A GESTÃO DE RESÍDUOS NO SECTOR DA PRODUÇÃO DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

- INTRODUÇÃO À IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE GESTÃO DE RESÍDUOS -

RAQUEL N. FIGUEIREDO

Eng.ª Ambiente, Águas do Cávado, SA, Lugar de Gaido, Barcelos, 4755-045 Areias de Vilar, 253919020, raquel.figueiredo@aguas-cavado.pt

BARBARA C. CARDOSO

Licenciatura em Biologia, Águas do Cávado, SA, Lugar de Gaido, Barcelos, 4755-045 Areias de Vilar, 253919020, barbara.cardoso@aguas-cavado.pt

RESUMO: As actividades inerentes à produção de água para consumo humano são, à semelhança de outros sectores industriais, produtoras de resíduos. Esta situação não é muitas vezes considerada já que as quantidades de resíduos perigosos são pequenas, e a atenção é centralizada no resíduo produzido em maior quantidade – as lamas de clarificação da água que, no entanto, não têm ainda destino final digno.

Neste contexto, a Águas do Cávado, SA sentiu a necessidade de proceder a um controlo global da produção de resíduos, quer seja por uma questão de consciência ambiental, como por questões de índole legal ou mesmo com o objectivo de se atingir certificação em Sistemas de Gestão Ambiental (isolado, ou inserido num Sistema de Gestão Integrado – Qualidade, Ambiente e Segurança).

PALAVRAS-CHAVE: água, ambiente, gestão, resíduos, melhoria

SISTEMA DE MONITORIZAÇÃO OPERACIONAL PARA O ESTUÁRIO DO TEJO

Rodrigo FERNANDES

Master, Researcher / Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1096 Lisboa Codex, rodrigo.maretec@ist.utl.pt

João SILVA

Master, Researcher / Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1096 Lisboa Codex, jsilva.maretec@ist.utl.pt

Paulo LEITÃO

PhD, Hidromod, Taguspark, Núcleo Central, 363, 2780-920 Oeiras, pchambel.hidromod@taguspark.pt

Frank BRAUNSCHWEIG

Master, Researcher / Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1096 Lisboa Codex, frank.maretec@ist.utl.pt

Ramiro NEVES

PhD, Prof. / Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1096 Lisboa Codex, ramiro.neves@ist.utl.pt

José J. Delgado DOMINGOS

PhD, Prof. / Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1096 Lisboa Codex, jidd@ist.utl.pt

RESUMO: A Directiva Quadro da Água (2000/60/EC) adoptada pelo Parlamento Europeu e pelo Conselho da União Europeia a 22 de Dezembro de 2000 reforça a ideia de que a gestão da água deve ser considerada do ponto de vista do ecossistema e que devem ser estabelecidos sistemas monitorização e acompanhamento, capazes de, não apenas detectarem fenómenos pontuais onde parâmetros específicos sobem acima de determinados valores estabelecidos, mas também de compreender os processos que determinam esses eventos e as suas tendências espaciais e temporais. Isto torna-se particularmente claro quando é afirmado que os Estados Membros deverão estabelecer um sistema de monitorização de vigilância e um sistema de monitorização operacional, definindo-se que tais programas deverão usar a informação existente, meios adequados e modernos e ferramentas de modelação capazes de funcionar como elemento de integração, interpretação e previsão.

Surge assim a necessidade de desenvolvimento de uma ferramenta integrada de apoio à decisão que combine diferentes tecnologias (modelação, sistemas de aquisição de dados e gestão de bases de dados), capazes de lidar eficientemente com os problemas complexos associados à gestão ambiental costeira. Um modelo operacional pode ser visto como uma ferramenta de utilidade imediata que produz previsões que podem ajudar à gestão de situações de acidente, na calendarização de actividades (ex.: obras, regatas, ida à praia), na delineação de campanhas de monitorização, etc. Todavia, pode também ser visto como uma ferramenta de estudo dum sistema natural (ex.: estuário do Tejo). Um modelo operacional exige um aprofundamento contínuo dos processos responsáveis pela variabilidade dos parâmetros. A informação produzida ao longo do tempo pode ser encarada como o “historial” do sistema que permite interpretar, com mais segurança, resultados de campanhas de medidas convencionais.

Nesta comunicação é apresentado um sistema integrado de monitorização operacional para o estuário do Tejo, em que são disponibilizados dados registados históricos e em tempo real, e previsões diárias de condições do meio atmosférico e aquático, incluindo propriedades hidrodinâmicas e biogeoquímicas (nível do mar, correntes, clorofila, etc.) através de uma interface na internet (www.mohid.com/tejo-op).

O desenvolvimento de um sistema operacional de monitorização implica o desenvolvimento integrado de uma série de ferramentas de tratamento e transferência de informação, de forma a tornar todo o processo desde a chegada de dados até à disponibilização de informação ao utilizador final, um processo relativamente automatizado, em que a intervenção humana se focaliza essencialmente na análise e validação dos dados de campo e resultados da modelação numérica.

A componente de monitorização é assegurada pela aquisição de dados efectuada por duas estações automáticas e pelas campanhas de medição realizadas. Uma das estações automáticas mede informação meteorológica, enquanto que outra mede dados da corrente marítima, entre muitas outras propriedades da água (p.ex.: turbidez, salinidade, clorofila) no estuário do Tejo.

A capacidade de previsão do sistema é baseada no modelo MOHID (www.mohid.com). Este está acoplado a um modelo atmosférico que estabelece condições de fronteira do MOHID. Este modelo atmosférico é baseado no modelo MM5, sendo também os seus resultados disponibilizados diariamente para utilizadores finais (<http://meteo.ist.utl.pt>). Para fazer as previsões de parâmetros do meio aquático, é utilizada uma metodologia de modelos encaixados. Esta abordagem permite a

inclusão na fronteira aberta de processos de larga escala e ao mesmo tempo previsões com elevada resolução espacial, com diferentes níveis de detalhe, consoante as necessidades dos diferentes utilizadores. As previsões de pequena escala são usadas na monitorização da zona do emissário da Guia e da qualidade da água das praias da Costa do Estoril. No caso do emissário, é estudado o comportamento da pluma do efluente, prevendo-se a evolução no campo próximo (diluição da pluma inicial e sua localização) com um modelo integral de jactos com impulsão, e no campo mais afastado com um modelo de transporte 3D lagrangeano, forçado pelas condições do modelo de jactos. As previsões desenvolvidas pelo sistema têm também sido úteis num planeamento mais eficiente de campanhas de monitorização.

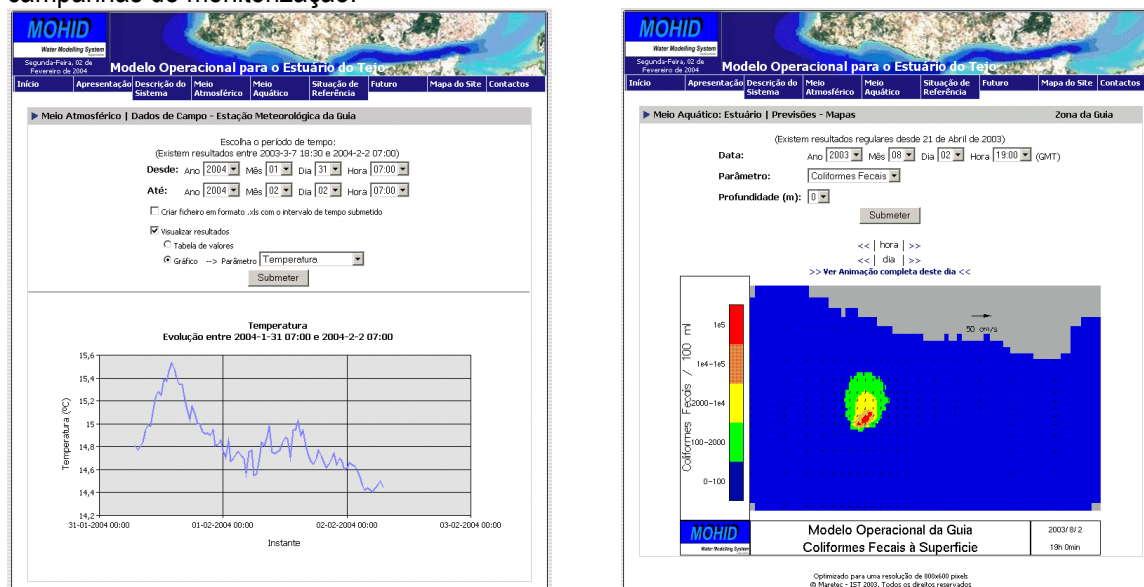


Figura 4 - Resultados do sistema operacional do Estuário do Tejo na internet

Os resultados são validados através de informação recolhida dentro do próprio sistema (estações automáticas e campanhas de monitorização), mas também através de marégrafos e correntómetros ADCP. As comparações mostram resultados positivos no modelo hidrodinâmico, indiciando contudo a necessidade de um domínio mais extenso no modelo global, em conjunto com a melhoria das suas condições de fronteira de modo a reproduzir melhor os efeitos de larga escala com origem no oceano, melhorando assim as previsões do escoamento, especialmente em profundidade. Será também necessário forçar todos os domínios do modelo com condições atmosféricas variáveis no espaço, e não apenas variáveis no tempo, como é feito neste momento. O modelo de qualidade da água reproduz relativamente bem a variabilidade temporal existente nos diversos parâmetros biogeoquímicos, no entanto, será necessário a utilização de discretização vertical para o cálculo destes parâmetros (neste momento o modelo de qualidade da água é apenas 2D), de modo a simular a variabilidade existente na coluna de água.

Os resultados de dispersão da pluma necessitam de futura validação, sendo neste momento esta tarefa ainda um pouco complexa. A utilização de ASV (*Autonomous Submarine Vehicle*) tem-se revelado como a forma mais eficaz de obter dados que permitam descrever a variabilidade especial das plumas dos emissários.

VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DA CONCENTRAÇÃO DE MATERIAL EM SUSPENSÃO EM UM RESERVATÓRIO DE REGULARIZAÇÃO

Rosângela Sampaio REIS¹

Departamento de Águas e Energia da Universidade Federal de Alagoas, Brasil, rsreis@ctec.ufal.br.

William SEVERI²

Departamento de Pesca da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil, wseveri@ufrpe.br

Clebenilson da Costa ARAÚJO³

Aluno bolsista do Departamento de Águas e Energia da Universidade Federal de Alagoas, Brasil.

RESUMO: Com uma área de 4214 km², o reservatório de Sobradinho, localizado na bacia do rio São Francisco, é um dos maiores do Brasil. Construído com a finalidade principal de regularizar a vazão do rio São Francisco, de modo a permitir a exploração máxima do potencial das usinas hidrelétricas construídas à jusante deste, o reservatório tem apresentado consideráveis oscilações em seus níveis médios, resultantes das variações climáticas observadas nessa região semi-árida. Este fato vem causando marcantes reflexos sobre a qualidade da água, sobre as características das comunidades aquáticas, da atividade pesqueira e da disponibilidade de água para fins diversos, sobretudo para a irrigação, que é largamente desenvolvida nos diversos perímetros irrigados implantados na região do vale do São Francisco (ESTEVES, 1998).

O reservatório de Sobradinho foi criado a partir da construção da barragem da usina Hidrelétrica de Sobradinho, que se encontra a uma distância de 748 km da nascente do rio São Francisco e 1.912 km de sua desembocadura, no Oceano Atlântico. Segundo a CHESF - Companhia Hidrelétrica do São Francisco, a operação da usina teve início no último trimestre de 1979, com a geração de 1.050.000 kW. O reservatório apresenta cerca de 320 km de extensão, profundidade média de 8.6 m e máxima de 30 m e está localizado a uma altitude de 392.5 m acima do nível do mar, sendo projetado para a acumulação de 34.1 bilhões de m³ de água. Com uma depleção de até 12 metros, esse reservatório garante uma vazão mínima de 2.060 metros cúbicos por segundo, que corresponde a 74% da média anual do rio São Francisco, em Sobradinho.

O Clima nessa região é o semi-árido, caracterizado por apresentar uma alta taxa de evaporação (média de 1700 mm na cidade de Remanso), temperaturas médias de 28°C e pluviosidade de 500 mm. Esses fatores resultam no desenvolvimento de uma vegetação composta por espécies xerófitas, como as cactáceas, palmeiras e bromeliáceas.

O presente trabalho analisou a variabilidade espacial e temporal da concentração de material em suspensão e a zona de deposição de sedimentos no reservatório de Sobradinho (BA) entre 2001 e 2002, sendo parte do projeto "Monitoramento limnológico e da produção pesqueira do reservatório de Sobradinho", executado pelos Laboratórios de Limnologia, Ictiologia, Tecnologia de Pesca e Ecossistemas Aquáticos do Departamento de Pesca da Universidade Federal Rural de Pernambuco com participação do Departamento de Águas e Energia da Universidade Federal de Alagoas.

Foram realizadas campanhas trimestrais em 22 estações de amostragem ao longo da área em estudo (figura 3), entre outubro de 2001 e abril de 2002. As estações de amostragem SBA 01 a SBA 08 foram instaladas na fase rio e as demais (SB09 a SB22) no reservatório de Sobradinho.

As amostras de água para determinação das variáveis foram coletadas na superfície, meio e fundo da coluna d'água utilizando-se uma garrafa de Van Dorn. As amostras foram filtradas em membranas AP 40 e acondicionadas em gelo. Para determinação da concentração de sólidos totais e frações orgânica e inorgânica, utilizou-se o método gravimétrico (TEIXEIRA *et al.*, 1965 e TUNDISI, 1969).

As variações espaciais e temporais dos valores médios das concentrações de material em suspensão (SST) na coluna d'água podem ser observadas na figura 4. Os resultados obtidos mostram alta amplitude nas concentrações de material em suspensão total, com valores entre 1,37 e 383,47 mg/l. Nas estações de amostragem próximas à barragem foram obtidas as menores concentrações,

enquanto o valor máximo foi encontrado na estação SB11, que está localizada na fase de transição rio-reservatório. A redução de concentração no sentido rio-barragem mostra que ocorre deposição de material particulado no reservatório de Sobradinho, promovendo seu assoreamento e, consequentemente, reduzindo sua vida útil.

A variabilidade espacial dos dados em Sobradinho ocorre mais acentuadamente entre as estações SB09 a SB12. Nesse trecho, ocorre um incremento na concentração, principalmente nos meses de maior vazão do rio São Francisco, que pode ser resultante da ressuspensão do material, nessa região de mudança entre ambiente lótico e lêntico. Em seguida, verifica-se uma redução significativa das concentrações do material em suspensão, o que permite inferir que nessa área está ocorrendo deposição de sedimentos.

A redução da velocidade do fluxo na porção superior do reservatório tem como consequência o decréscimo na capacidade de transporte do corpo d'água e, portanto, a deposição de material particulado. Corroboram com essa idéia, os dados obtidos a partir da medição de velocidade, com um *acoustic doppler current profiler-ADCP* Rio Grande, em algumas seções do reservatório (SB05, SB06, SB09, SB10, B11, SB12 E SB22), os quais mostram que as velocidades médias na seção transversal são reduzidas em 86% entre SB05 e SB12, com 38% deste decréscimo ocorrendo entre as estações SB11 e SB12. Verificou-se, também, uma influência sazonal nos dados obtidos para o reservatório de Sobradinho, com variações de até 60 vezes nas concentrações de material em suspensão total. Os maiores valores foram obtidos nas campanhas de janeiro, tendo como causa o aumento de vazão afluente ao reservatório, devido às chuvas que ocorrem entre novembro e março. Os dados de vazões afluentes, defluentes e cotas mostram que o enchimento do reservatório ocorre nesse mesmo período.

Em relação à composição do material particulado transportado, a fração inorgânica representou mais de 80% (em média) para as estações SB01 a SB12, durante todo o período analisado. Nas estações SB13 e SB14 a fração inorgânica só esteve abaixo de 80% nas campanhas realizadas em abril e julho, o que reduziu a média do período analisado. Nas demais estações a fração inorgânica dos sólidos em suspensão representou de 47 a 60% da concentração do material em suspensão (figura 10), podendo-se inferir que o material depositado nas estações mais a montante do reservatório tem maior composição inorgânica.

Após a análise conjunta dos dados obtidos nas campanhas de campo e dos dados operacionais do reservatório (vazões afluentes, vazões defluentes e cotas) conclui-se que:

- A variabilidade temporal da concentração de material em suspensão nos reservatórios ocorreu em função do aumento no fluxo afluente, responsável pelo transporte do material alóctone carreado na bacia, através do *runoff*, sendo a pluviosidade o fator determinante nas características físicas e químicas do sistema.
- A formação de um gradiente de deposição no sentido rio-barragem, com as menores concentrações de material em suspensão na coluna d'água ocorrendo na zona lacustre do reservatório, mostra que este funciona como uma câmara de retenção para o material em suspensão transportado pelo rio São Francisco, contribuindo para a melhoria da qualidade da água nos reservatórios subsequentes (efeito cascata).

AVALIAÇÃO DE PESTICIDAS E NITRATOS NA ÁGUA SUBTERRÂNEA DE ECOSISTEMAS AGRÍCOLAS DE 1996 A 2000

Sofia BATISTA ^{*(1)}; Maria J. CEREJEIRA ^{** (1)}; Emília SILVA ^{*** (1)};
Paula VIANA ⁽²⁾; Leonor Serôdio⁽²⁾

** Engº Agrónomo, Doutoranda; ** Engº Agrónomo, Prof. Auxiliar com Agregação; *** Engº Agrónomo, Mestre; (1) ISA, Tapada da Ajuda, DPPF/SAPI, 1349-017, Lisboa, +351.21.3653222; sofiabatista@isa.utl.pt; (2) Engº Químico, IA, Laboratório de Referência do Ambiente, Rua da Murgueira, Zambujal, 2721-865 Alfragide*

RESUMO: Os pesticidas e fertilizantes azotados constituem importantes factores de produção que deverão ser cuidadosamente utilizados, de forma a não afectar a qualidade dos recursos naturais, nomeadamente da água subterrânea, recurso precioso, cuja protecção se afigura prioritária.

A detecção destes produtos na água subterrânea de áreas agrícolas de vários países, nomeadamente em Portugal, conduziu à necessidade de intensificação dos estudos de avaliação do seu impacto na qualidade deste recurso natural.

Apresenta-se, neste trabalho, uma síntese dos estudos conduzidos, no período 1996-2000, em ecossistemas agrícolas (de milho, tomate, batata, hortícolas, arroz, vinha e pomóideas), com vulnerabilidade hidrogeológica, do Ribatejo e Oeste e da Beira Litoral, onde se avaliou a ocorrência de pesticidas e de nitratos na água subterrânea.

Refere-se a abordagem integrada adoptada, baseada em estudos de campo, modelação e estudos de laboratório e evidenciam-se os principais resultados obtidos.

No total de 241 captações, em que se procedeu à análise de pesticidas e/ou metabolitos, observou-se em 59% a detecção de pelo menos uma das substâncias em análise, valor este relativamente elevado, que confirma a elevada vulnerabilidade da água subterrânea a contaminações, nas áreas seleccionadas para estudo. Todavia, é de referir que apenas 19% do total de captações apresentaram níveis, de pelo menos um dos compostos, superiores a 0,1 µg/L, valor máximo admissível (VMA) em águas para consumo humano (Decreto-Lei nº243/2001).

Verificou-se que os níveis mais elevados de resíduos de pesticidas e/ou metabolitos (>10 µg/L) se registaram principalmente em captações profundas (≥170 m), possivelmente, devido a contaminações pontuais (localizadas), nomeadamente decorrentes da contaminação directa das captações por retorno da calda para o interior das mesmas, quando dos tratamentos fitossanitários. Pelo contrário, a maioria das captações com níveis de resíduos no intervalo >0,1 µg/L-1,0 µg/L têm profundidades inferiores a 47 m, sendo esta exposição da água subterrânea, possivelmente, devida a lixiviação dos pesticidas e/ou metabolitos ao longo da zona vadosa (não saturada).

Das 25 substâncias activas analisadas, 17 foram detectadas em amostras de água subterrânea. A atrazina, o seu metabolito desetilatraxina e a simazina apresentaram as maiores frequências de detecção em concentrações superiores a 0,1 µg/L, respectivamente, de 12%, 11% e 6%.

No total de 303 captações, nas quais se determinou o teor de nitratos, 14% apresentaram concentrações de nitratos no intervalo >50 mg/L-100 mg/L de NO₃⁻, correspondendo o valor 50 mg/L de NO₃⁻ ao valor máximo admissível (VMA) de nitratos em águas para consumo humano (Decreto-Lei nº243/2001). Em 18% da totalidade das captações foram, mesmo, registadas concentrações que ultrapassaram os 100 mg/L de NO₃⁻.

Verificou-se que os níveis de nitratos superiores a 50 mg/L de NO₃⁻ foram doseados, principalmente, em captações com profundidades iguais ou inferiores a 50 m, e todas as concentrações superiores a 200 mg/L de NO₃⁻ foram observadas em captações relativamente superficiais (<20 m).

Relativamente à ocorrência conjunta de resíduos de pesticidas e/ou metabolitos e de nitratos na água subterrânea não se verificou uma relação directa entre os níveis máximos doseados de ambos os parâmetros. No entanto, observou-se, em geral, um aumento das frequências de detecção de resíduos de pesticidas e/ou metabolitos, nomeadamente em concentrações no intervalo >0,1 µg/L-1,0 µg/L com

o aumento da gama de concentrações de nitratos.

Os resultados obtidos, e ilustrados neste trabalho, têm contribuído para o esclarecimento do impacto do uso de pesticidas e nitratos na qualidade da água subterrânea de diversos ecossistemas agrícolas. A presença de vários pesticidas e metabolitos e de nitratos na água subterrânea evidenciam a necessidade de uma melhor gestão dos factores de produção utilizados na agricultura, em particular dos pesticidas e adubos azotados, e das técnicas de rega, em áreas agrícolas vulneráveis a estas contaminações.

PALAVRAS CHAVE: pesticidas, nitratos, água subterrânea, Ribatejo e Oeste, Beira Litoral.

**IMPACTES DE ÁGUAS DE ESCORRÊNCIA DE ESTRADAS NOS
SOLOS E NAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. SÍNTESE DE CASOS DE
ESTUDO NA EUROPA**

Teresa E. LEITÃO

Doutora em Hidrogeologia, Investigadora Principal do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, tleitao@lnec.pt

Núcleo de Águas Subterrâneas do DHA/LNEC

Av. do Brasil, 101, P-1700-066 Lisboa, tel. (+351) 21 844 3802

<http://www.dha.lnec.pt/nas>

RESUMO: A circulação rodoviária produz compostos passíveis de contaminar o ambiente. Os níveis de emissões dependem de factores técnicos que se relacionam com o *design* e a engenharia do veículo (tamanho, tipo de combustível utilizado) e com factores operacionais que se devem à forma como o veículo é utilizado.

Os compostos emitidos provêm da utilização do combustível, do desgaste dos componentes do veículo, do desgaste de acessórios da estrada (e.g. barreiras laterais), da degradação da superfície da estrada, da aplicação de químicos em operações de manutenção da estrada e de fugas e derrames.

Nesta comunicação apresenta-se uma síntese do estado actual de conhecimentos sobre a poluição do meio subterrâneo, designadamente nos solos e nas águas subterrâneas, com base em resultados obtidos em mais de três dezenas de casos de estudo, em 10 países da Europa (cf. Leitão e Diamantino, 2003).

O objectivo da análise apresentada foi compilar o maior número de informação possível por forma a averiguar, de uma forma geral para a Europa, e para um leque muito alargado de situações, o efectivo grau e extensão da poluição, independentemente da análise específica das respectivas causas.

PALAVRAS-CHAVE: poluição das estradas; solos; águas intersticiais, águas subterrâneas; impactes na Europa.

PESTICIDAS APLICADOS NO ECOSSISTEMA ORIZÍCOLA DO BAIXO SADO E SUA INFLUÊNCIA NA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO SADO

Teresa PEREIRA; Maria José CEREJEIRA

Instituto Superior de Agronomia; DPPF, SAPI, Tapada da Ajuda, 1399 Lisboa Codex, Portugal

tel. 351.21.3653222; fax. 351.21.365340; tpmperreira@isa.utl.pt

Paula VIANA; Leonor SERÔDIO

Instituto do Ambiente, R. da Murgueira, Zambujal, Alfragide, 2720 Amadora, Portugal

tel. 351.21.4728334; fax. 351.21.4728379; paula.viana@dga.min-amb.pt

RESUMO: Com o objectivo de avaliar o impacte da aplicação de pesticidas na cultura de arroz sobre a qualidade dos ecossistemas aquáticos foi efectuado um estudo na região orizícola do Baixo Sado, no qual, para além da avaliação da toxicidade aguda da água superficial para organismos aquáticos, foram doseados os principais pesticidas aplicados na cultura. Neste trabalho serão focados em particular alguns dos resultados obtidos de 1998 a 2000 referentes à análise de parâmetros físico-químicos (pH, conductividade, oxigénio, teor em azoto e fósforo) e de pesticidas nas amostras de água colhidas em sete locais do rio Sado estrategicamente seleccionados. Com base nos valores de exposição da água aos pesticidas é efectuada uma avaliação teórica do perigo ambiental da presença destes compostos na água do rio Sado, recorrendo a duas abordagens: Objectivos da Qualidade da Água (OQA) e PNECs (*Predicted No Effect Concentration*). Independentemente da abordagem seguida, os resultados obtidos apontam para a existência de situações de perigo potencial para os organismos aquáticos presentes neste ecossistema. Evidencia-se, assim, a necessidade de intervenção no sentido de reduzir a presença de pesticidas aplicados na cultura de arroz nos principais cursos de água da região, assim como, a premência de realização de outros trabalhos no sentido de analisar o perigo real da presença destes compostos sobre a comunidade vegetal e animal existente.

PALAVRAS CHAVE: qualidade-água; pesticidas; arroz; Baixo-Sado

IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMAS DE GESTÃO AMBIENTAL EM APROVEITAMENTOS HIDROELÉCTRICOS O Caso do Centro de Produção Douro

Teresa ROCHA

Engenheira do Ambiente, EDP PRODUÇÃO EM – ENGENHARIA E MANUTENÇÃO, S.A., Rua do Bolhão, 36, Porto, +351.22.0013328

teresa.rocha@em.edpproducao.edp.pt

José Maria FARIA MARTINS

Engenheiro Técnico Civil, CPPE – Companhia Portuguesa de Produção de Electricidade, S.A., Centro de Produção Douro Barragem Bagaúste – Apartado
32 – 5054-953 Peso da Régua, +351.254.323786

faria.martins@cppe.edp.pt

RESUMO: A implementação de Sistemas de Gestão Ambiental começa a ser uma realidade em Portugal, uma vez que permite integrar, de forma sistemática, a componente ambiental na gestão global das organizações. A crescente consciencialização ambiental da população em geral e, simultaneamente, dos empresários, dos legisladores e dos decisores, está na origem da crescente adesão a estes sistemas.

A presente comunicação resulta do conhecimento adquirido na implementação de Sistemas de Gestão Ambiental em aproveitamentos hidroeléctricos.

Pretende-se, por um lado, dar a conhecer as etapas sucessivas que têm sido seguidas na concepção e implementação de um Sistema de Gestão Ambiental num aproveitamento hidroeléctrico - levantamento ambiental, documentação, implementação e auditoria ao sistema de gestão ambiental -, as quais estruturam a metodologia utilizada pela EDP PRODUÇÃO EM. Por outro lado, abordam-se os aspectos ambientais mais importantes, decorrentes da exploração de aproveitamentos hidroeléctricos.

A apresentação do caso prático de implementação de um Sistema de Gestão Ambiental no Centro de Produção Douro, da CPPE, permitirá ilustrar as grandes alterações que resultam da existência de um Sistema de Gestão Ambiental, identificar os obstáculos mais importantes - sentidos num processo de concepção e implementação do SGA -, assim como as vantagens resultantes da utilização deste tipo de ferramenta num aproveitamento hidroeléctrico.

PALAVRAS-CHAVE: Ambiente, SGA, Aproveitamento Hidroeléctrico, Melhoria Contínua

APLICAÇÃO EM PORTUGAL DA DIRECTIVA 91/271/CEE – ÁGUAS RESIDUAIS URBANAS. REVISÃO DA IDENTIFICAÇÃO DE ZONAS SENSÍVEIS E ZONAS MENOS SENSÍVEIS

Vitória MIRA da SILVA

Eng. Química, Esp. Eng. Sanitária, Assessora Principal, INAG, Av. Alm. Gago Coutinho, 30, 1100 Lisboa, vitoria@inag.pt

Noémia NUNES

Licenciada em Física, Assessora, INAG, Av. Alm. Gago Coutinho, 30, 1100 Lisboa, noemia@inag.pt

RESUMO As principais obrigações de carácter técnico impostas pela Directiva aos Estados-membros são, resumidamente, a construção dos sistemas colectores e das estações de tratamento de águas residuais urbanas, nos prazos impostos pela Directiva, bem como a identificação e revisão periódica das zonas sensíveis e menos sensíveis. Para além destas obrigações técnicas, a Directiva impõe ainda algumas obrigações processuais e de reporte para a Comissão Europeia.

A Directiva foi transposta para a legislação nacional pelo Dec.-Lei n.º 152/97, de 19 de Junho com as alterações que lhe foram introduzidas pelo Dec.-Lei n.º 348/98, de 9 de Novembro. A aplicação destes diplomas em simultâneo com o Dec.-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto, tem revelado, na prática, algumas ambiguidades.

Uma delas, salvo melhor opinião, poderá ser resolvida se às águas residuais urbanas se aplicarem prioritariamente os dois primeiros diplomas e, quando se justifique, a entidade licenciadora poderá fixar, na licença de descarga das águas residuais urbanas, outros parâmetros constantes do Dec.-Lei n.º 236/98, ou de outra legislação específica aplicável.

Um outro aspecto em que o Dec.-Lei n.º 152/97, de 19 de Junho, é omissivo, diz respeito à não transposição do articulado da Directiva relativo às descargas dos sectores industriais agro-alimentares. Efectivamente, trata-se de uma matéria que envolve alguma complexidade, para cuja clarificação se impõe proceder, com urgência, a uma análise aprofundada e um debate alargado entre todas as entidades intervenientes nesta matéria.

Nesta comunicação definem-se os conceitos de “Aglomeração” e de “Cumprimento da Directiva” e aborda-se esta problemática, exclusivamente para o Continente, reportando-se a situação existente em 31.12.1998 e em 31.12.2002, para as aglomerações que descarregam em zonas sensíveis e em zonas normais. Assim, na data-limite de 31.12.1998, as 27 aglomerações que descarregam em zonas sensíveis produzem uma carga de 1 333 284 e.p., da qual, apenas 8% cumpre a Directiva. Esta situação permanece inalterada à data de 31.12.2002. Ou seja, num período de quatro anos não houve qualquer acréscimo no grau de cumprimento da Directiva, o que configura uma situação particularmente grave. Relativamente às aglomerações que descarregam em zonas normais e que têm dimensão superior a 15 000 e.p., recorde-se que, 31.12.2000, é a data-limite para a adopção do tratamento secundário. Nessa data, a carga gerada por essas aglomerações é de 6 257 800 e.p., da qual apenas 50% cumpre a Directiva. Em 31.12.2002, verifica-se um acréscimo significativo no grau de cumprimento da Directiva (68%), o que é ainda manifestamente insuficiente.

Através do Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de Junho, o Estado Português identificou 41 Zonas Sensíveis (ZS). Posteriormente, com a publicação do Decreto-Lei n.º 172/2001, de 26 de Maio, foi feita uma revisão dessa identificação e definidas as áreas drenantes das ZS. Todavia, dessas zonas apenas

9 eram afectadas por 28 aglomerações com dimensão superior a 10 000 e.p., correspondendo a uma carga de 1 333 284 e.p., isto é, cerca de 13% da carga total do continente, reportando-se apenas às aglomerações com dimensão superior a 2 000 e.p..

No actual processo de revisão foram consideradas apenas as aglomerações com dimensão superior a 10 000 e.p..O Anexo II–A da Directiva estabelece de forma genérica os critérios para identificação das Zonas Sensíveis (ZS) e das Zonas Menos Sensíveis (ZMS), pelo que se tornou necessário proceder à sua aplicação às condições portuguesas.

Assim, foram identificadas zonas eutróficas através da aplicação de um critério quantitativo utilizado em albufeiras e lagoas, baseado numa grelha construída com o consenso generalizado de diversas Entidades e Organismos da Administração Pública e Universidades, não tendo sido possível definir critério idêntico para rios. As zonas que foram identificadas como sensíveis na base deste critério, têm, como área de influência, a respectiva bacia hidrográfica. Foram também analisadas as captações que abastecem sistemas para mais de 10 000 habitantes. Da aplicação deste critério não resultou a identificação de qualquer zona sensível, uma vez que não se verificam concentrações de nitrato superiores a 50 mg/L em nenhuma das captações analisadas. Por último, foram analisadas as zonas onde é necessário um tratamento mais avançado que o secundário para cumprir outras Directivas do Conselho. As zonas identificadas como sensíveis na base deste critério, não têm limite geográfico previamente demarcado como área de influência, ficando ao critério da entidade licenciadora a avaliação casuística da extensão geográfica da respectiva área de influência.

Atendendo às características morfológicas e hidrodinâmicas da Costa Portuguesa, foram identificadas como zonas menos sensíveis as águas costeiras situadas em frente às zonas rochosas que distam mais do que 1,5 milhas da praia mais próxima no sentido predominante da corrente e 1 milha no sentido oposto.

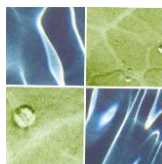
Relativamente às Regiões Autónomas as autoridades regionais da Madeira consideraram como zonas menos sensíveis todas as águas costeiras da Ilha da Madeira e da Ilha de Porto Santo. As autoridades regionais dos Açores classificaram como “zonas normais” todas as suas águas costeiras.

Em conclusão, o actual processo de revisão conduziu à identificação no Continente de 25 Zonas Sensíveis, das quais 22 são afectadas por 35 aglomerações correspondentes a uma carga de 3 131 300 e.p., ou seja, aproximadamente, 30 % da carga do continente, das quais 17 transitam da identificação de 1997.

Note-se que, de acordo com o estabelecido na Directiva, as novas exigências decorrentes do processo de revisão das Zonas Sensíveis dispõem de um prazo de sete anos para serem implementadas.

A lista das novas Zonas Sensíveis e Menos Sensíveis, bem como, o respectivo mapa, serão publicados no Diário da República, após a definição dos limites da zona “Estuário do Tejo”, actualmente ainda em fase de estudo.

PALAVRAS-CHAVE: Directiva 91/271/CEE, Águas residuais urbanas, Aglomeração, Zonas Sensíveis



7º Congresso da Água
Água – Qualidade de Toda a Vida

ÁGUA E AGRICULTURA

O Sistema Agrometeorológico para a Gestão da Rega no Alentejo – SAGRA Como SERVIÇO DE AVISOS DE REGA PARA O ALENTEJO

Isaurindo OLIVEIRA

Eng. Agrónomo, COTR, Quinta da Saúde, Apartado 354, 7801-904, Beja; +351.284.321582, isaurindo.oliveira@cotr.pt

Jorge MAIA

Eng. Agrário, COTR, Quinta da Saúde, Apartado 354, 7801-904, Beja; +351.284.321582, jorge.maia@cotr.pt

José L. TEIXEIRA

Eng. Agrónomo, ISA-UTL, Tapada da Ajuda, 1349-017, Lisboa; +351.1.3653341, jteixeira@isa.utl.pt

RESUMO: De acordo com alguns estudos internacionais, uma metodologia correcta na gestão da rega poderá poupar entre 15 a 35 % da água normalmente bombada sem que se registre reduções de produção.

Desta forma, foi concebido o projecto SAGRA – Sistema Agrometeorológico para a Gestão da Rega no Alentejo pelo Centro Operativo e de Tecnologia de Regadio – COTR em parceria com o Instituto de Desenvolvimento Rural e Hidráulica (IDRHa) durante o ano de 2000, no âmbito do qual foi implementada uma rede de 9 (nove) EMA – Estações Meteorológicas Automáticas nos diversos perímetros de rega no Alentejo.

O cálculo da evapotranspiração da cultura de referência ET_0 pelo método de Penman-Monteith de acordo com a metodologia recomendada pela FAO, utilizando os valores meteorológicos horários e diários disponíveis em base de dados é um ponto fundamental no processo de estimar as necessidades em água das culturas. Tendo por base os valores da ET_0 determinados diariamente e recorrendo aos coeficientes culturais indicados pela FAO (Allen *et al.*, 1998), são determinados diariamente os valores da evapotranspiração ET_c das principais culturas usadas na região (milho, tomate, girassol, melão, algodão, olival e beterraba).

Esta informação agrometeorológica está sendo alvo de uma calibração para a região do Alqueva baseada na monitorização da água no solo e no acompanhamento dos ciclos culturais e das datas de sementeira das diversas culturas.

A informação meteorológica é disponibilizada para utilização em modelos de gestão de rega e informação ao agricultor, nomeadamente através da *Internet* e de jornais regionais.

PALAVRAS-CHAVE: Estação agrometeorológica automática, evapotranspiração, serviço de avisos de rega

MEDIÇÃO DA TRANSPIRAÇÃO EM COBERTOS DESCONTÍNUOS: VINHA EM DIFERENTES DECLIVES, NA REGIÃO DO OESTE

M. Isabel F. R. FERREIRA

Professora Catedrática, Instituto Superior de Agronomia, UTL, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, +351.21.3653476, isabelferreira@isa.utl.pt

José C. SILVESTRE

Investigador Auxiliar, Estação Vitivinícola Nacional (INIA), 2565-191 Dois Portos, +351.261712106, inia.evn.viti@oninet.pt

RESUMO: Em cobertos em que o desenvolvimento vertical aliado a uma elevada anisotropia implique uma rugosidade elevada, não é possível ou fiável usar, para a medição dos fluxos atmosféricos, métodos micrometeorológicos baseados em relações fluxo-gradiente. Por outro lado, um sistema radicular profundante inviabiliza o uso de métodos hidrológicos para a quantificação do uso da água, numa escala espacial que se coadune com uma escala temporal suficientemente fina. Tal como noutros cobertos lenhosos, o método das flutuações instantâneas (EC, *eddy covariance*) constitui uma alternativa fiável embora nem sempre adequada a uso prolongado. Porém, por a sua aplicação válida requerer parcelas extensas e homogêneas, a utilização em pequenas parcelas está naturalmente condicionada.

Uma estratégia possível, quando todas as condições desfavoráveis descritas se acumulam consiste em abordar a questão por partes, conjugando aquele método com métodos térmicos de medição do fluxo de seiva, (FS) para a quantificação da transpiração. Não obstante os progressos recentes e a relativa popularidade destes métodos, a sua fiabilidade tem que ser testada e o método EC pode constituir uma referência, para esse efeito. A conjugação de métodos EC e FS pode ser vista então sob as duas perspectivas: testar/calibrar e estender séries/completar informação.

O método de medição de FS escolhido foi o de *Granier* (aquecimento constante e pontual). O caso-estudo escolhido para aplicar a estratégia experimental proposta foi uma vinha não regada, com sub-parcelas em declive variável, por se tratar de uma situação com relevância para aplicações hidrológicas.

A parcela seleccionada localiza-se em Alenquer, Portugal (latitude, 39° 05'; longitude: 9° 05', altitude média: 155 m), clima do tipo Csb, temperatura média anual 15.0 °C, precipitação 624 mm, *Vitis vinifera*, cv. 'Castelão', enxertado em 1103 P, plantação (1 x 3) em 1993, linhas com a direcção NW – SE, solo argiloso, área total de 2 ha. No ponto em que se realizaram as medições em cada parcela o declive é de 3%, 10% and 17%. Os resultados apresentados vão de Agosto a Dezembro de 1998 e de Abril (início do ciclo vegetativo) a Agosto de 1999.

Verificou-se que T variou entre 0 e cerca de 2,5 mm/dia (final de Junho), decrescendo em Julho. A transpiração total anual foi de 210 mm (valor médio das três parcelas).

Em relação a T_r/E_{To} (1) variou de 0 a cerca de 0,5, aumentando rapidamente de Maio a fim de Junho e decrescendo até às primeiras chuvas Outonais, (3) aumentou após a chuva, sugerindo que as plantas estavam em condições de carência hídrica (vd figura).

Em média, o valor total de Tr foi superior na parcela com o declive menor, localizada no vale, sendo mais baixo na parcela com o declive maior, no topo da colina. A parcela de declive intermédio apresenta um valor intermédio para Tr, se bem que mais próximo da parcela inferior. Se considerarmos as taxas de Tr em relação com a unidade de área foliar, observa-se o oposto, isto é, genericamente maiores consumos unitários na parcela de maior declive (topo) e menores na de menor declive (vale).

Apesar da subestimativa do método de Granier na versão original a sua utilização uma vez ajustados os parâmetros para esta espécie (tendo como referência resultados obtidos com métodos micrometeorológicos fiáveis) permitiu quantificar a transpiração ao longo de um ciclo vegetativo. Além disso, e apesar da reduzida amostragem, foi possível diferenciar três situações distintas (recorrendo a técnicas de mudança de escala de fácil execução). A estratégia experimental utilizada é adequada a parcelas onde outros métodos bem estabelecidos não podem ser utilizados, quer devido à profundidade do sistema radicular, rugosidade do coberto ou insuficientes dimensões das parcelas.

MEDIÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO EM COBERTOS DESCONTÍNUOS: MONTADO DE SOBRO NA REGIÃO DE LISBOA

M^a Isabel F. R. FERREIRA

Professora Catedrática, Instituto Superior de Agronomia - UTL, Tapada da Ajuda, 1349-017, Lisboa, +351.21.3653476

isabelferreira@isa.utl.pt

Rodolfo M. SILVA, Teresa A. do Paço

Bolseiros, Instituto Superior de Agronomia - UTL, Tapada da Ajuda, 1349-017, Lisboa, +351. 213653335, rodolfo@isa.utl.pt,

tapaco@isa.utl.pt

RESUMO: A quantificação do uso da água pelos cobertos lenhosos está em geral mal documentada. Em Portugal este aspecto não é irrelevante já que cerca de 2/3 da superfície agrícola útil corresponde a este tipo de cobertos (pomares, florestas, vinhas, vegetação natural,...). Em cobertos regados, a evapotranspiração (ET) segue genericamente a tendência da evapotranspiração de referência (ET_o). Porém, em cobertos não regados, em condições de secura estival, essa relativa proporcionalidade deixa de existir. Nessas circunstâncias, e face à escassez actual de modelos adequados, a resolução da incerteza relativamente aos consumos pressupõe a medição directa da ET ou das suas componentes.

Aplicou-se o método micrometeorológico das flutuações instantâneas ou correlações turbulentas (*eddy covariance*) num vasto montado com utilização silvo-pastoril, relativamente denso, no vale do Tejo (entre Montijo e Palmela). Para a estimativa da transpiração (T) foi usado um método térmico de medição do fluxo de seiva. Os resultados apresentados são de 2002 e 2003, para o fluxo de seiva e 2003 para a ET. As observações complementares permitiram testar a qualidade das medições dos fluxos atmosféricos.

Dos resultados da medição da ET pelo método EC (Maio a Setembro de 2003), pode constatar-se que, apesar das condições atmosféricas para a evaporação serem mais favoráveis no Verão que na Primavera, houve um decréscimo de ET de cerca de 4 mm/dia em Maio (50% da energia disponível), para cerca de 2 mm/dia em Junho e, finalmente, para cerca de 1 mm/dia, em início de Agosto e em fim de Setembro (15 a 20% da energia disponível).

Palavras-chave: Água, Evapotranspiração, Fluxo de seiva, *Quercus suber*, Tejo

PLANEAMENTO AGRÍCOLA NUM QUADRO MULTIOBJECTIVO DE NATUREZA ECONÓMICA E AMBIENTAL A gestão do consumo de água de rega em sistemas de produção de regadio no sul do país

Nuno Siqueira de CARVALHO

Engº Agrónomo, EAN/INIAP, Quinta do Marquês, 2784-505, Oeiras, + 351.1.4403571, nsiqueira@mail.telepac.pt

RESUMO: Atendendo à multiplicidade de critérios envolvidos no processo de decisão agrícola, e, sobretudo num contexto de incerteza e complexidade como o actualmente vivido pelo sector, procurou-se neste estudo desenvolver e testar uma série de técnicas operativas no quadro da teoria de decisão multicritério, nomeadamente na óptica da gestão da água de rega, em sistemas de produção agrícola de regadio no sul do país (situações “tipo”) de acordo com múltiplos objectivos de natureza: a) **económica** – *maximização do rendimento, minimização dos custos, minimização do risco*; b) **ambiental** – *minimização dos consumos de água de rega e de azoto*.

A partir de uma amostra de 170 empresas agrícolas acompanhadas pela RICA em 1997 e 1998, nas quais o regadio assume sempre uma importância significativa, foram identificados oito sistemas produtivos, tendo sido seleccionado para apresentação nesta comunicação o seguinte caso “tipo”: *Sistema de Produção de Policultura de Média dimensão, com nítida predominância da área de regadio (80%), localizados na Península de Setúbal e no Alentejo Litoral (SPPM/PS-AL)*.

As metodologias postas em prática na obtenção da matriz dos valores ideais e anti-ideais (“pay-off matrix”), das curvas de transformação (curvas de “trade-offs”) entre objectivos e das respectivas soluções eficientes e de compromisso revelaram ser uma “ferramenta” de grande alcance no Sistema de Apoio à Decisão (SAD) dos agricultores.

PALAVRAS-CHAVE: Decisão multicritério, programação multiobjectivo, programação compromisso, gestão da água de rega, sistemas de produção de regadio.

AVALIAÇÃO DE OBJECTIVOS AMBIENTAIS NA REGA POR RAMPA ROTATIVA. Aplicação de metodologias em solo mediterrâneo.

Paulo B. LUZ

Inv. Auxiliar, EAN-INIAP, Quinta do Marquês, 2784-505 Oeiras, +351.1.214403566, pbluz@mail.telepac.pt

Luís L. SILVA

Prof. Auxiliar, Universidade de Évora, Apartado 94, 7002-554 Évora, +351.1.266760933, lsilva@uevora.pt

RESUMO: O nível de disponibilidade de água potável por habitante em Portugal pode considerar-se alto no contexto mundial e até europeu e, mesmo a longo prazo, os dados apontam para a manutenção dessa situação (Hamdy, 1995). No entanto, embora, em termos médios, a disponibilidade de água seja boa, têm existido algumas restrições à sua utilização por via de aspectos de variabilidade local e temporal. Recorde-se os problemas nos anos de seca registados na década de 90, sobretudo em áreas do Alentejo, em que se vão já verificando sinais de semi-aridez. Por outro lado, a água tem hoje o reconhecimento de ser um bem económico, inserido num forte mercado de oferta e procura na comunidade europeia, no qual a tendência para a execução dos “custos reais”, mesmo na água utilizada para fins agrícolas, tem suporte na Directiva-Quadro da Água. No âmbito do regadio torna-se necessário associar à utilização de técnicas e produtos mais eficientes, no sentido em que proporcionam níveis crescentes de produtividade física e de viabilidade económica, medidas de conservação da água, do solo e da energia.

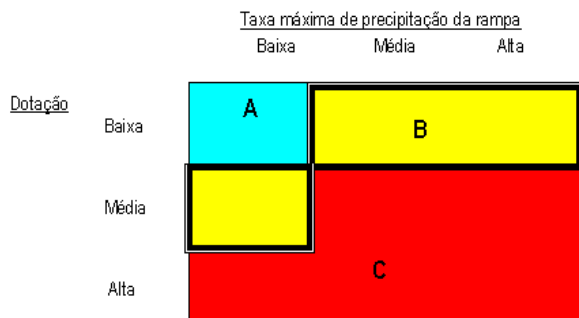
Sendo os aspectos ambientais considerados uma prioridade da política agrícola comum europeia, a presente proposta de reforma prevê a necessidade de uma forte política de desenvolvimento rural (2º pilar). As medidas em estudo envolvem de forma crescente, o cumprimento das boas práticas agrícolas na política de subsídios, destinada preferencialmente a remunerar as despesas adicionais e as perdas de rendimentos. No caso de Portugal, este processo teve por base o Plano de Desenvolvimento Rural (PDRu, 1999) para o período 2000-2006, onde se considera que: “a construção de um novo modelo de desenvolvimento agrícola, compatível com o novo enquadramento comunitário e internacional em matéria de competitividade, com salvaguarda dos recursos naturais, do ambiente e da qualidade e segurança alimentar, vão exigir ao agricultor um novo posicionamento e a utilização de novas práticas culturais e, logo, uma maior abertura à inovação e ao desenvolvimento tecnológico”. A utilização de rampas de rega, no âmbito das boas práticas, merece já algum destaque neste Plano.

As rampas rotativas são um sistema de rega preferencialmente escolhido pelos agricultores em Portugal, sobretudo, quando as limitações de área e/ou cultura não se verificam, e apresentam possibilidades de rápida expansão com o desenvolvimento do projecto de Alqueva. Porém, a reconversão destes sistemas para funcionarem com pressões reduzidas (diminuindo o consumo de energia e por isso com um impacto positivo no aspecto económico) veio aumentar os problemas da sua adaptação a solos com média ou reduzida infiltrabilidade, como é o caso dos solos Mediterrâneos. Face a tais condições, um objectivo prioritário dos regantes, que utilizam as rampas rotativas, deverá ser adoptar medidas de prevenção do escoamento superficial e consequentemente da erosão do solo, através de opções mais adequadas ao nível do dimensionamento do sistema e da gestão da rega.

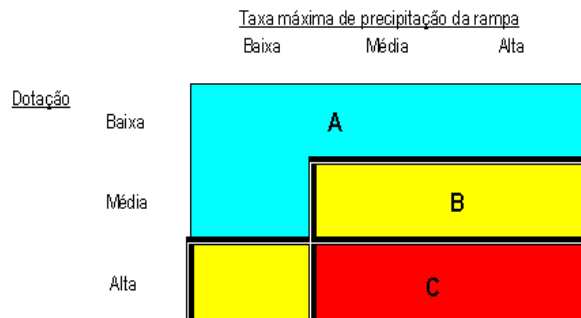
Considerando o apoio necessário da investigação a tal tomada de decisão, os objectivos do estudo

aqui apresentado, visaram a validação e aplicabilidade de uma ferramenta de uso expedito com classes de risco de escoamento superficial (Luz, 2002) e também a análise de uma solução numérica da equação de Richards para estimativa desse escoamento, através da utilização do programa de cálculo OPUS (Smith, 1992), que simula a infiltração vertical tal como se assume na rega por rampa rotativa. Esta equação baseia-se em pressupostos físicos relativos ao movimento da água no solo e pode-se considerar como um padrão para comparação de outras soluções (Heerman & Duke, 1983). Desta forma, foi necessário trabalhar a informação relativa a dados de aplicação de água e de infiltração/escoamento, obtidos em ensaios com uma rampa rotativa, efectuados em dois anos consecutivos. Foi então possível analisar a ocorrência de escoamento superficial potencial, em cenários definidos para, um solo com maior ou menor infiltrabilidade, diferentes opções de pluviometria do sistema e regas com dotações baixas ou médias. Constatou-se ainda, que as diferenças ocorridas em alguns parâmetros estudados estiveram relacionadas não só com mudanças nas condições de aplicação de água, mas também, com a evolução da estrutura na camada superficial do solo ao longo das regas.

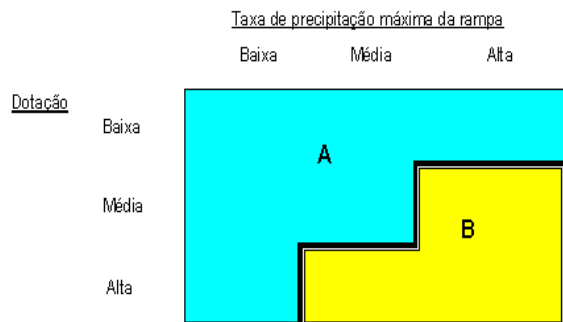
CLASSE I – Solos com Infiltrabilidade inferior a 0,25 cm/h. Risco de escoamento superficial máximo. Índice A tem representatividade mínima.



CLASSE II - Solos de baixa infiltrabilidade, próxima de 0,5 cm/hora. Risco de escoamento médio-alto. Índice A tem representatividade minoritária.



CLASSE III - Solos de média infiltrabilidade (próxima de 1-2 cm/hora). Risco de escoamento reduzido. Índice A tem representatividade maioritária.



CLASSE IV - Solos com boa infiltrabilidade (superior a 2 cm/hora). Risco de escoamento mínimo a nulo. Índice A tem representatividade máxima total.

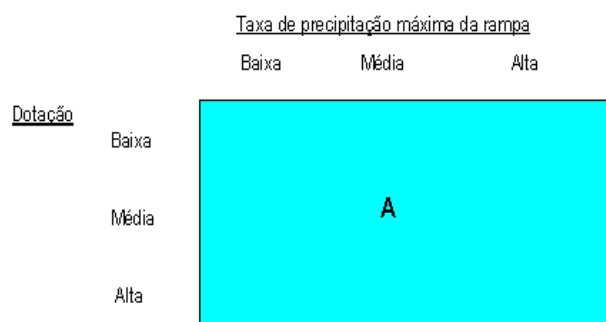


Figura - Classes de risco de escoamento superficial

Relativamente à ferramenta referenciada (Figura), os resultados obtidos indicam que dos 16 ensaios avaliados, apenas em dois não houve o enquadramento esperado dos valores medidos de escoamento na respectiva classe de risco. No entanto, mesmo nesses dois casos, aspectos

relativos à fiabilidade dos valores determinados para parametrização dos quadros da ferramenta, poderão justificar alguns desvios. Na comparação dos valores de escoamento medidos *in situ* com os simulados pela equação de Richards, observou-se um enviesamento significativo nos resultados do modelo, face à tendência para a subavaliação.

Este tipo de abordagem agro-ambiental, proporciona um mais correcto enquadramento das opções dos sistemas e da sua gestão, no desenvolvimento do regadio, e no qual a ferramenta proposta definindo situações de risco, sendo devidamente validada e com forte suporte digital, poderá integrar estruturas de informação e apoio ao decisor, associadas à monitorização, gestão e planeamento dos recursos. O decisor, tanto ao nível do regante, como do técnico extensionista ou mesmo político, poderá assim fundamentar com um maior rigor a sua estratégia de gestão de riscos, que passará obviamente também por uma avaliação da componente económica.

DETERMINAÇÃO DAS NECESSIDADES DE REGA EM KIWI NA REGIÃO DO ENTRE DOURO E MINHO

Rodolfo M. SILVA¹
M^a. Isabel. FERREIRA²
M^a. Teresa. PAÇO¹
Anabela V. OLIVEIRA³
Manuel OLIVEIRA⁴

1) Bolseiro, Instituto Superior de Agronomia - UTL, Tapada da Ajuda, 1349-017, Lisboa, +351. 213653335, rodolfo@isa.utl.pt

2) Professora Catedrática, Instituto Superior de Agronomia - UTL, Tapada da Ajuda, 1349-017, Lisboa, +351.21.3653476 isabelferreira@isa.utl.pt

3) Técnica superior de 1ª classe, Divisão de Vitivinicultura e Fruticultura – DRAEDM, Quinta de Sergude, Sendim, 4610-764 Felgueiras, +351.255.312455

4) Técnico superior de 2ª classe, Divisão de Vitivinicultura e Fruticultura – DRAEDM, Quinta de Sergude, Sendim, 4610-764 Felgueiras, +351.255.312455, dvf@draedm.min-agricultura.pt

RESUMO: A cultura do kiwi (*Actinidia deliciosa* A.Chev.) tem assumido uma importância crescente na região do Entre Douro e Minho (EDM). Por ser uma cultura de introdução recente em Portugal, não existem instrumentos de apoio à decisão na gestão da rega, com as conhecidas implicações associadas ao déficit hídrico ou ao arrastamento de nutrientes para as águas subterrâneas e desperdício de recursos hídricos e energéticos.

Com o objectivo de medir a evapotranspiração (ET), aplicou-se o método micrometeorológico das flutuações instantâneas (*eddy covariance*) a um pomar característico da região. A medição da transpiração (T), através da medição do fluxo de seiva e a medição das perdas do estrato inferior (Es), com recurso a microlisímetros, foi a via utilizada para determinar as componentes da ET. Usaram-se técnicas comuns para determinar indicadores de conforto hídrico e diagnosticar uma eventual redução relativa da ET.

A aplicação das técnicas referidas, durante o ciclo cultural de 2003, permitiu determinar os consumos hídricos da cultura, que para o mês de Agosto de 2003, foram de cerca de 3 a 4 mm/dia e determinar o coeficiente cultural médio para o mesmo período, que foi de 0,7 a 0,8.

PALAVRAS-CHAVE: Evapotranspiração, Fluxo de seiva, *Actinidia deliciosa*, Flutuações instantâneas, Coeficiente cultural

ESCOAMENTO SUPERFICIAL EM SISTEMA PLANTIO DIRETO NO SUL DO BRASIL

Afranio Almir RIGHES

Engº Agrônomo, UFSM, Campus Universitário, Camobi, 97105-900 Santa Maria RS Brasil, righes@ccr.ufsm.br

Sandra Maria GARCIA

Engª Florestal, UFSM, Campus Universitário, Camobi, 97105-900 Santa Maria RS Brasil, sandramgarcia@mail.ufsm.br

Miguel Gustavo HERBES

Engº Agrônomo, UFSM, Campus Universitário, Camobi, 97105-900 Santa Maria RS Brasil, mgherbes@hotmail.com

Rafael DALLA COSTA

Engº Agrônomo, UFSM, Campus Universitário, Camobi, 97105-900 Santa Maria RS Brasil, rafaeldc@mail.ufsm.br

RESUMO: A água é elemento fundamental para a vida animal e vegetal, sobretudo para a produção vegetal. Sua falta ou seu excesso afeta de maneira decisiva o desenvolvimento das plantas e, por isso, seu manejo racional é um imperativo na maximização da produção agrícola. Para maximizar a produção agrícola é necessário que se otimizem algumas condições como: carga genética da cultura; resistência às doenças e à seca; fertilidade do solo; condições de temperatura; conteúdo de água no solo e tratamentos culturais. Dessas condições, o fator mais limitante na agricultura brasileira é a disponibilidade de água. Na década de 40 as florestas nativas do Estado do Rio Grande do Sul (Brasil) cobriam 46% da área total. Após a explosão da cultura da soja essa percentagem foi reduzida para 5,62%. O sistema convencional de cultivo do solo com duas culturas por ano na sucessão trigo e soja, reduziu a concentração de matéria orgânica, a estrutura do solo e a macroporosidade. Como consequência desse manejo, a taxa de infiltração básica de água no solo foi reduzida de 180 mm.h⁻¹ sob condições de florestas para 8 mm.h⁻¹ quando o solo foi cultivado por um período de 50 anos no sistema convencional. O uso de terraços para controlar o escoamento superficial não foi a melhor solução. O sistema plantio direto surgiu como alternativa para o controle da erosão do solo, ocorrendo a retirada dos terraços pelos agricultores. Entretanto a infiltração de água no solo foi reduzida aumentando o escoamento superficial. Com base nesse problema o trabalho foi desenvolvido com o objetivo de determinar o efeito do mulching vertical no controle do escoamento superficial e no aumento da infiltração da água no sistema plantio direto. O experimento foi realizado em um latossolo com 7,5% de declividade, dotado de um sistema de coleta da enxurrada. Foram avaliados três tratamentos: (i) sem mulching vertical; (ii) mulching vertical a cada 5 m e (iii) mulching vertical a cada 10 m, em delineamento de blocos ao acaso com três repetições. O mulching vertical consiste em uma abertura de um sulco, perpendicular ao declive com 0,08m de largura e 0,40m de profundidade, preenchidos com palha. Intensidades de chuvas de 70 mm.h⁻¹ e 106 mm.h⁻¹ foram aplicadas por um simulador durante 1h15min e 30min, respectivamente. O coeficiente de escoamento (razão entre volume escoado e volume aplicado) para a chuva de 70 mm.h⁻¹ foi de 0,11 para o tratamento sem mulching vertical e zero para os tratamentos com espaçamentos entre mulching verticais de 5 e 10 m, ou seja, não houve escoamento. Com intensidade de 106 mm.h⁻¹ os coeficientes encontrados foram de 0,10; 0,13 e 0,26; para os espaçamentos entre mulching verticais de 5m, 10m e sem mulching respectivamente. Os tratamentos com mulching vertical controlaram 100% do escoamento superficial na intensidade de 70 mm.h⁻¹. Já na intensidade de 106 mm.h⁻¹ o controle foi de 42,52% e 48,77% respectivamente para o espaçamento de 10 e 5m em relação ao tratamento sem mulching. Estes resultados evidenciam a eficiência do mulching vertical no controle do escoamento superficial e no aumento da infiltração da água no solo em sistemas agrícolas.

PALAVRAS-CHAVE: mulching vertical, infiltração, enxurrada, água, manejo do solo.

MEDIÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO EM COBERTOS DESCONTÍNUOS

Necessidades de rega em pomar de pessegueiro

Teresa A. do PAÇO

Engª Agrónoma, UTL, ISA, Tapada da Ajuda, 1349-017, Lisboa, +351.1.3653335, tapaco@isa.utl.pt

M. Isabel F. R. FERREIRA

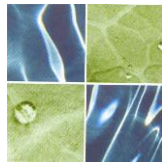
Prof. Cat., UTL, ISA, Tapada da Ajuda, 1349-017, Lisboa, +351.1.3653476, isabelferreira@isa.utl.pt

RESUMO: Na realização da rega, a actividade agrícola consome a maior parte dos recursos hídricos disponíveis, sendo o utilizador mais importante face aos abastecimentos urbano e industrial. A sobrestimativa das necessidades de rega conduz a um desperdício, o que poderá obviar-se mediante o aumento da eficiência e da precisão na programação da rega, aproximando as estimativas das necessidades hídricas das plantas às suas necessidades reais. Tal está implicitamente relacionado com o conhecimento da evapotranspiração (*ET*) das culturas.

Em cobertos descontínuos lenhosos, a medição da *ET* apresenta maiores dificuldades do que noutros cobertos, existindo um menor número de métodos disponíveis; pela escassez de informação disponível, a estimativa apresenta, por vezes, alguns desajustamentos. A medição directa da *ET* poderá permitir tornar mais rigorosos os métodos de estimativa, necessários a uma utilização mais generalizada ao nível das regiões e das explorações agrícolas.

O presente trabalho aborda esta problemática no caso concreto dos pomares. Mediu-se e estimou-se a *ET* de um pomar de pessegueiros, com o objectivo de desenvolver modelos simples de programação da rega, que permitissem saber, com um maior rigor, em relação aos critérios até então utilizados, quanto regar. Para a medição da *ET*, utilizou-se um método micrometeorológico, durante períodos restritos ao longo da estação de rega, usado como referência, para quantificar a *ET* para períodos alargados, a partir da medição contínua da transpiração e da medição da evaporação do solo. Esta abordagem permitiu quantificar os consumos hídricos e identificar diferenças em relação a um processo de estimativa frequentemente utilizado em agricultura regada.

PALAVRAS-CHAVE: evapotranspiração, rega, pessegueiro, fluxo de seiva, coeficiente cultural



7º Congresso da Água
Água – Qualidade de Toda a Vida

PLANEAMENTO E GESTÃO DO MERCADO DA ÁGUA

A PROCURA RESIDENCIAL DE ÁGUA EM PORTUGAL

Rita MARTINS

Assistente na Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra, rvmartin@fe.uc.pt

Adelino FORTUNATO

*Professor Associado na Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra, adelino@fe.uc.pt
Av. Dias da Silva, 165, 3004-512 Coimbra*

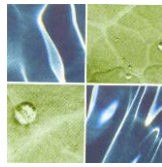
RESUMO

A preocupação crescente em induzir os consumidores a utilizarem a água mais racionalmente, as obrigações de serviço universal e as imposições da Directiva Quadro da Água apelam à determinação das alterações esperadas no consumo de água decorrentes das políticas de preços. A estimação da procura residencial de água revela-se, assim, um pré-requisito para o desenho de um qualquer política para a água.

Para além de procurar conhecer o funcionamento do mercado da água em Portugal entre os objectivos desta comunicação contam-se o desenvolvimento e a estimação de um modelo de procura residencial de água. Desta forma pretende-se averiguar, nomeadamente, as potencialidades da actual política de preços como instrumento de gestão do recurso água em Portugal.

A análise é feita com base em dados seccionais, ao nível do município, e revela a ausência de uma relação estatística significativa entre o preço marginal e a procura residencial de água. Nesse sentido, confirma-se aquilo que, de resto, a própria Directiva Quadro da Água impõe, ou seja, a necessidade de rever a política tarifária.

PALAVRAS-CHAVE: água, procura residencial, tarifas, regulação



7º Congresso da Água
Água – Qualidade de Toda a Vida

SEGURANÇA E GESTÃO DE RISCO

O CONCEITO DE RISCO SOCIALMENTE ACEITÁVEL COMO COMPONENTE CRÍTICO DE UMA GESTÃO DO RISCO APLICADA AOS RECURSOS HÍDRICOS

António Betâmio de ALMEIDA

Professor Catedrático do IST, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, 351218418158, aba@civil.ist.utl.pt

RESUMO: O conceito risco tem uma importância crescente na sociedade contemporânea com incidência em diferentes aspectos da mesma. O comportamento da sociedade civil face aos decisores políticos, agentes económicos, cientistas e técnicos (engenheiros) é vincadamente sensível ao risco comunicado e à percepção do risco.

A gestão do risco é um conceito que, em sentido lato, corresponde a uma forma estruturada e integrada da Sociedade responder a uma ameaça, ao sucesso de um empreendimento ou a uma decisão.

Os sistemas hídricos e hidráulicos são domínios de aplicação potencial do conceito gestão do risco tendo em conta que os objectivos fixados podem sofrer desvios nos objectivos, no ambiente ou na sustentabilidade económica resultantes de incertezas, eventos extremos, erros ou outros acontecimentos.

Do ponto de vista epistemológico, não é possível obter valores de referência absolutos para adopção de riscos aceitáveis pela sociedade em cada caso, ou para determinados tipos de situações.

Para que a análise e a gestão do risco tenham uma estrutura coerente e, também, uma capacidade operacional forte torna-se imperioso definir ou seleccionar critérios para a fixação dos valores dos Riscos Socialmente Aceitáveis (RSA) e o modo mais adequado de os definir: probabilidades dos eventos, consequências ou danos admissíveis ou tolerados, relações limites entre probabilidades dos eventos e a magnitude dos respectivos danos? Outros modos?

A comunicação desenvolve o tema de aplicação do conceito gestão do risco precisamente ao risco de gestão dos recursos hídricos, focando os processos de decisão e de aceitabilidade.

PALAVRAS CHAVES: Risco, risco socialmente aceitável, decisão e incerteza, recursos hídricos, gestão.

A PERCEPÇÃO SOCIAL DAS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS E DO RISCO DE CHEIA

Celeste A. COELHO

Professora Catedrática; CESAM - Centro de Estudos do Ambiente e do Mar; Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro, 3810-193 Aveiro, Portugal; Telef.: +351 234 370 831; Fax: +351 234 429 290; coelho@dao.ua.pt

Sandra M. VALENTE

Licenciada em Planeamento Regional e Urbano; Bolseira de Investigação; CESAM - Centro de Estudos do Ambiente e do Mar; Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro, 3810-193 Aveiro, Portugal; Telef.: +351 234 370 831; Fax: +351 234 429 290; svalente@dao.ua.pt

Luísa D. PINHO

Mestre em Gestão e Políticas do Ambiente; Bolseira de Investigação; CESAM - Centro de Estudos do Ambiente e do Mar; Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro, 3810-193 Aveiro, Portugal; Telef.: +351 234 370 831; Fax: +351 234 429 290; lpinho@dao.ua.pt

Teresa M. CARVALHO

Licenciada em Planeamento Regional e Urbano; Bolseira de Doutoramento; CESAM - Centro de Estudos do Ambiente e do Mar; Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro, 3810-193 Aveiro, Portugal; Telef.: +351 234 370 831; Fax: +351 234 429 290; tercarv@dao.ua.pt

António D. FERREIRA

Professor Adjunto, Escola Superior Agrária de Coimbra, Bencanta, P-3040-316 Coimbra, Portugal, tel: +351239802940, fax: +351239802979; Colaborador, Centro de Estudos do Ambiente e do Mar, Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro, 3810-193 Aveiro, Portugal, Telef.: +351 234 370 831, Fax: +351 234 429 290, vibrante@dao.ua.pt, aferreira@mail.esac.pt

Elisabete M. FIGUEIREDO

Socióloga; Professora Auxiliar; Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro, 3810-193 Aveiro, Portugal; Telef.: +351 234 370 831; Fax: +351 234 429 290; elisa@dao.ua.pt

RESUMO: As cheias desde sempre assolaram vastas áreas de Portugal, contudo, nos últimos anos parece verificar-se uma tendência para o aumento da frequência e severidade da sua ocorrência, originando crescentes preocupações acerca da exposição e vulnerabilidade das populações a esse fenómeno.

A intensidade e frequência dos eventos extremos - cheias e secas, possivelmente associados às alterações climáticas, têm tido inúmeras repercussões nas sociedades contemporâneas, tornando-se cada vez mais premente a prevenção e mitigação dos seus efeitos.

Nesta linha, a mitigação do risco associado às cheias têm favorecido a utilização de medidas técnicas de carácter correctivo em detrimento de medidas preventivas, geralmente de natureza não estrutural, tal como a regulação do uso do solo ou a adopção de medidas de mitigação/prevenção pelas populações. Sendo que a exclusão, ou pelo menos a reduzida adopção de medidas de mitigação não estruturais tem sido uma das causas para o insucesso ao combate aos efeitos das cheias.

Avaliar a percepção e o conhecimento das populações face ao risco de cheia e do seu agravamento pela influência das alterações climáticas poderá contribuir para uma adaptação de estratégias ao contexto local.

Com base na aplicação de um inquérito, discute-se neste trabalho a importância do conhecimento da percepção das populações face às alterações climáticas e ocorrência do risco de cheia, visando a eficaz implementação de medidas e regulamentos de uso do solo, contrariando a tendência persistente de ocupação de áreas de risco.

PALAVRAS-CHAVE: alterações climáticas, risco de cheia, percepção, população local; inquérito por questionário.

SISTEMA DE APOIO À GESTÃO DE EMERGÊNCIAS PARA A BARRAGEM DE ALQUEVA

Maria Alzira SANTOS

Licenciada em Matemática LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066, Lisboa, +351.21.844 36 07, masantos@lneec.pt

António GONÇALVES

Engenheiro Informático, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066, Lisboa, +351.21.844 37 48, agoncalves@lneec.pt

Miguel GAMBOA

Licenciado em Geografia, Rua Tomás da Anunciação, 21-4º Esqº, 2675-456 ODIVELAS, +351.21.932 42 27, mgamboa@mail.telepac.pt

RESUMO: A actual legislação portuguesa sobre segurança de barragens, Regulamento de Segurança de Barragens (RSB), exige que as barragens com altura superior a 15 m ou volume de armazenamento superior a 100 000 m³ disponham de estudos de análise do risco de rotura e de propagação de inundação e de mapeamento de zonas de risco, que elaborem planos de emergência e que implementem sistemas de aviso e alerta. Um protocolo recente entre as principais entidades intervenientes estabeleceu que os Planos de Emergência de Barragens se devem dividir em Planos de Emergência Interna e Planos de Emergência Externa, que devem estar perfeitamente articulados.

O Plano de Emergência Interna (PEI) diz respeito à barragem e às suas condições de segurança e deve conter um conjunto de procedimentos relativos à monitorização hidrometeorológica e à observação estrutural e hidráulica da barragem. O PEI deve incluir ainda as medidas a tomar pelo dono da obra, ou quem ele designe, em situações anómalas e o sistema de aviso à população no vale nas imediações da barragem.

O Plano de Emergência Externa (PEE) respeita à protecção de pessoas e bens localizados no vale a jusante da barragem que possam vir a ser afectados por uma eventual onda de cheia induzida por uma incidente ou acidente ocorrido com a barragem. O PEE deve contemplar o inventário dos meios e recursos disponíveis e os procedimentos a seguir pelo Sistema de Protecção Civil, com vista a garantir a segurança de pessoas e bens.

Entre os dados requeridos pelo PEI ou pelo PEE destacam-se as características da barragem e dos seus órgãos de segurança bem como as observações das variáveis de controlo estrutural e hidráulico desses órgãos, e as características físicas e de ocupação humana do vale a jusante da barragem, na área sujeita a inundação devido a um acidente com a barragem ou com os seus órgãos de segurança, ou mesmo a descarga de cheias importantes.

Com vista a apoiar a implementação dos Planos de Emergência Interno e Externo numa Barragem desenvolveu-se um Sistema de Apoio à Gestão de Emergências (SAGE). Esta aplicação, além de armazenar e disponibilizar toda a informação relevante sobre a barragem e o vale a jusante, ajudará ainda à tomada de decisão sobre os procedimentos a seguir em caso de emergência, bem como à notificação de entidades a envolver e ao aviso à população mais afectada. O SAGE permitirá assim auxiliar a preparação dos intervenientes na execução dos Planos de Emergência Interno e Externo, nomeadamente os Directores dos planos e os serviços de protecção civil.

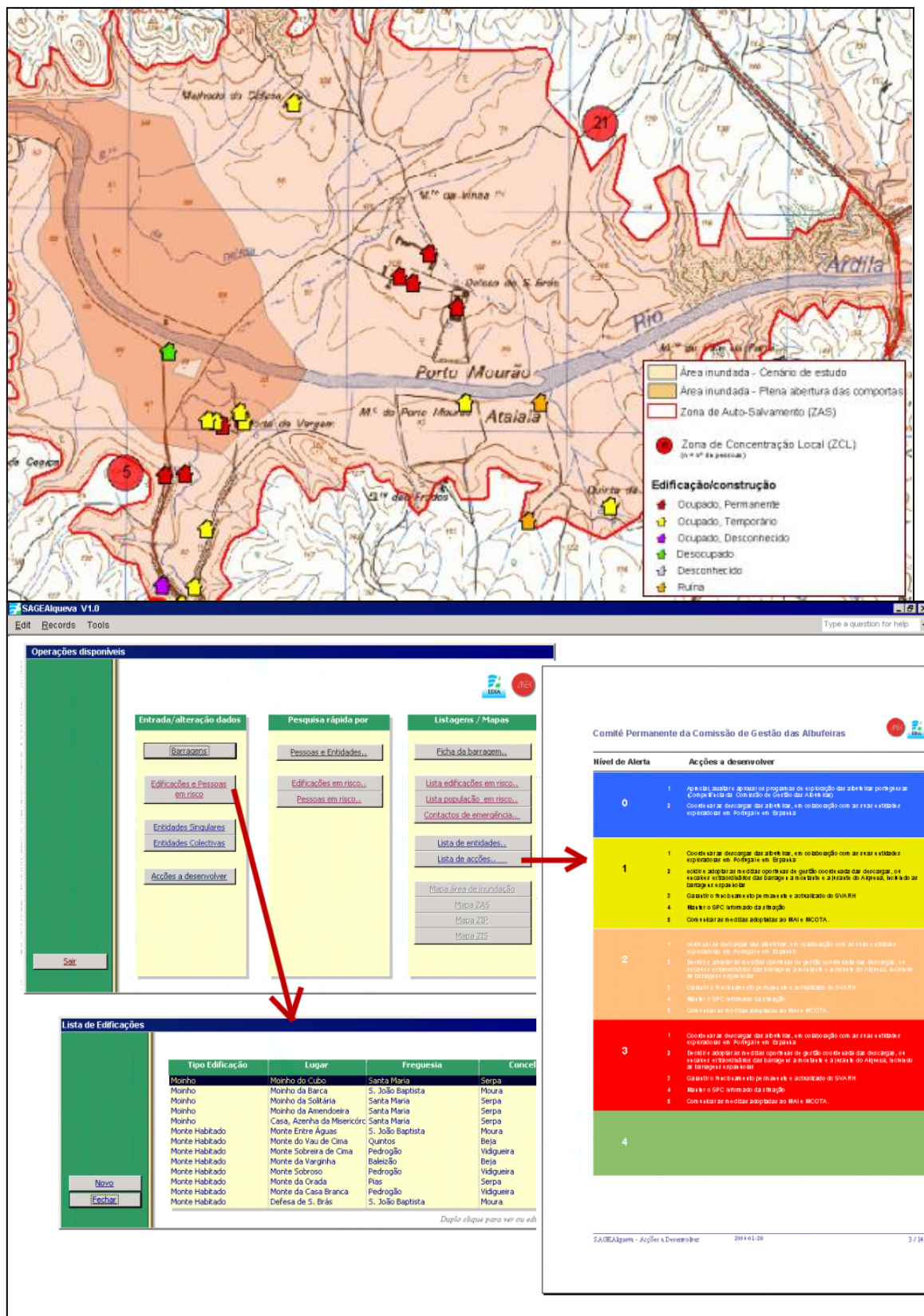
A barragem de Alqueva com a altura de 96 m e capacidade máxima de armazenamento de 4 150 hm³ está sujeita ao RSB, dispondo já de Planos de Emergência Interno e Externo, que aguardam a homologação pelas entidades competentes

Nesta comunicação apresenta-se de forma resumida o Plano de Emergência Externo da barragem de Alqueva. Faz-se ainda uma breve caracterização da área envolvente da barragem de Alqueva e dos elementos em risco no vale a jusante da barragem. Finalmente, apresenta-se, sucintamente, um Sistema de Apoio à Gestão de Emergências para a Barragem de Alqueva (SAGEAlqueva) que implementa aqueles Planos e que permitirá à EDIA e aos serviços de protecção civil a gestão eficaz de uma situação de incidente ou acidente com a barragem.

PALAVRAS-CHAVE: Barragem, Plano de emergência, Gestão de emergências, Sistema de informação, Protecção Civil.

Figura 5 Extracto do mapa de inundação na Zona de Auto-Salvamento

Figura 6 Interface do SAGEAlqueva (em desenvolvimento)



PLANOS DE EMERGÊNCIA INTERNOS DE BARRAGENS: DA TEORIA À REALIDADE

A barragem de Alqueva e o vale do Guadiana

Teresa VISEU

Eng^a Civil, LNEC, Av. do Brasil, 1700-066 Lisboa, + 351 218 443 771, tviseu@lnec.pt

Paula ANTÃO da SILVA

Eng^a do Ambiente, LNEC, Av. do Brasil, 1700-066 Lisboa, + 351 218 443 439, pantao@lnec.pt

RESUMO: A barragem de Alqueva, com a altura de 96 m e capacidade máxima de armazenamento de 4 150 hm³, está sujeita ao Regulamento de Segurança de Barragens (RSB), que obriga à avaliação do risco potencial a jusante. Para o conhecimento detalhado e integrado deste risco, surgiu a necessidade de planejar a emergência, contextualizado num Plano de Emergência da Barragem de Alqueva, subdividido num Plano de Emergência Interno (PEI) e num Plano de Emergência Externo (PEE), devidamente articulados.

Os planos de emergência são documentos simples, flexíveis, dinâmicos, adequados e precisos que contêm um conjunto de missões, medidas, normas e regras de procedimentos, destinados a fazer face a situações de emergência e a minimizar as suas consequências.

Por outro lado, todas as actividades de protecção civil, nomeadamente o planeamento e as operações de emergência, devem atender aos princípios da subsidiariedade, da prevenção, da precaução, da participação e ao da responsabilização.

Diversos aspectos estão consagrados num PEI, nomeadamente (VISEU e ALMEIDA, 2000):

- um “módulo” de caracterização da barragem, da onda de inundação e do vale a jusante;
- um “módulo” correspondente ao plano de acção, onde as circunstâncias excepcionais e as ocorrências anómalas são classificadas em quatro níveis de alerta e onde, para cada nível, são definidas acções de resposta;
- um “módulo” que aborda os aspectos do sistema de alerta e do sistema de aviso à população em risco.

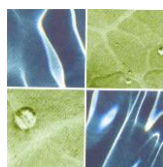
Existem algumas questões relacionadas com o planeamento de emergência a nível da barragem que apesar de importantes são frequentemente omitidos ou abordados de uma forma genérica, alheios à especificidade da barragem ou às características do vale a jusante, da população que nele reside, bem como dos serviços de protecção civil nele sediados. Nesta comunicação são identificados alguns destes aspectos, menos evidenciados nos PEI mas não menos relevantes, tendo por pano de fundo a barragem de Alqueva e o vale do rio Guadiana a jusante. São de realçar os seguintes:

- a nível da barragem, a) a definição do *tipo de circunstâncias excepcionais e de ocorrências anómalas*, bem como dos correspondentes procedimentos de actuação a serem implementados, para cada tipo, pelo Director do PEI, e b) a construção de *indicadores qualitativos e quantitativos* para classificar os níveis de alerta correspondentes;
- a nível do vale a jusante, a) o zonamento de risco, e b) o número de pessoas em risco *versus* número de vítimas potenciais;
- a nível dos sistemas de alerta, a) a identificação inequívoca das entidades a alertar e das pessoas a avisar na zona próxima da barragem e b) a articulação entre PEI e *Plano de Emergência Externo* (PEE).

Para implementação no terreno, este documento carece, contudo, de actualização regular e sempre que haja lugar a alterações dos dados dos intervenientes e ainda na sequência da realização de exercícios de teste ou da ocorrência de situações de emergência que a justifiquem (LNEC, 2003b).

Nesta comunicação, relata-se sumariamente o trabalho desenvolvido no LNEC com vista à elaboração do PEI da barragem de Alqueva para a Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas do Alqueva (EDIA), abrangendo aspectos teóricos e práticos, tendo sempre presentes os princípios supracitados.

PALAVRAS-CHAVE: Rotura de barragens, Plano de Emergência Interno, Barragem de Alqueva, Vale do rio Guadiana



7º Congresso da Água
Água – Qualidade de Toda a Vida

QUADRO NORMATIVO E INSTITUCIONAL

O DIREITO INTERNACIONAL DAS ÁGUAS E A CONVENÇÃO DE ALBUFEIRA DE 1998 SOBRE AS BACIAS HIDROGRÁFICAS LUSO-ESPANHOLAS

António GONÇALVES HENRIQUES

Professor Associado Convidado do Instituto Superior Técnico, Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura

Investigador Coordenador do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Departamento de Hidráulica e Ambiente

RESUMO: Analisa-se a evolução da gestão da água a nível internacional, focando as orientações fundamentais, desde as regras do direito costumeiro de acesso e uso da água até aos princípios do direito do ambiente emergente nos últimos trinta anos e apresenta-se a forma como estes princípios foram considerados nos principais instrumentos do direito internacional: a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito dos Usos Distintos da Navegação dos Cursos de Água Internacionais e a Convenção da CEE/ONU sobre Protecção e Utilização dos Cursos de Água Transfronteiriços e dos Lagos Internacionais.

Analisa-se também a evolução do direito comunitário da água, desde a primeira geração de directivas dos anos 70 até à Directiva-Quadro da Água.

Neste contexto é analisada a Convenção sobre Cooperação para a Protecção e Aproveitamento Sustentável das Águas das Bacias Hidrográficas Luso-Espanholas, no quadro dos instrumentos jurídicos que regulam as relações Luso-Espanholas nas questões da água.

Conclui-se analisando as perspectivas que se abrem da gestão da água em Portugal, designadamente através da aplicação dos instrumentos jurídicos referidos.

PALAVRAS CHAVE: Recursos Hídricos, Direito do Ambiente, Direito da Água, Convenção Luso-Espanhola, Directiva-Quadro da Água.

DESCENTRALIZAÇÃO E GESTÃO PARTILHADA DA ÁGUA O PRINCÍPIO DA SUBSIDIARIEDADE E DA PROPORCIONALIDADE APLICADO À GESTÃO DO DOMÍNIO HÍDRICO

António MOTA LOPES

Engº Civil, CCDR-Centro, Rua Bernardim Ribeiro, 80, 3000-069 Coimbra, mlopes@dra-centro.pt

Nuno BRAVO

Engº Civil, CCDR-Centro, Rua Bernardim Ribeiro, 80, 3000-069 Coimbra, nbravo@dra-centro.pt

RESUMO: A Directiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro de 2000, estabelece um Quadro de Acção Comunitário no Domínio da Política da Água que obriga à sua transposição para a ordem legal de cada Estado Membro.

Existe, assim, a oportunidade da Política Nacional da Água ter em conta as grandes tendências preconizadas pela Comunidade Europeia e pelas Nações Unidas, que reconhecem a necessidade de uma maior integração do sector da água com as políticas de usos do solo e onde os princípios da subsidiariedade e da co-responsabilização são orientações dominantes para o desenvolvimento de políticas sustentáveis.

As modernas figuras de planeamento dão particular ênfase à gestão por objectivos, que introduzem uma lógica de um planeamento mais dinâmico, onde os diversos níveis de actuação exigem um maior entrosamento entre si e com os diversos níveis da administração, sectores e comunidades locais.

As políticas comunitárias apontam para os princípios da subsidiariedade, da co-responsabilização indiciando para que haja uma maior interacção com os agentes nacionais, regionais e locais e, também, para que haja ao nível do planeamento e gestão uma maior interacção, com a consequente descentralização.

Muitas das actuais competências das autarquias, apontam-nas como parceiros incontornáveis, com inequívocas vantagens uma vez consolidadas as fases de planeamento e gestão, seja no ascendente que possuem nos processos que conduzem ao ordenamento do território seja mesmo para praticar serviços ao nível do próprio licenciamento do domínio hídrico de pequenos utilizadores.

Com a presente comunicação, pretende-se realçar as valias da conjuntura institucional que, porventura, possam concorrer para que a Política Nacional da Água, sem grandes riscos e através de passos seguros, e se encare os novos desafios que são lançados.

Assim, considera-se essencial o envolvimento dos serviços da administração desconcentrada e local neste processo. As autarquias terão um papel relevante, desde que integradas em quadros normativos e de gestão eficientes e programáticos, sendo os modernos sistemas de informação instrumentos de excelência para esses fins.

PALAVRAS-CHAVE: Domínio Hídrico, Modelo Institucional, Planeamento e Gestão, Sustentabilidade Subsidiariedade, Co-responsabilidade.

ASPECTOS JURÍDICOS DA PRIVATIZAÇÃO DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

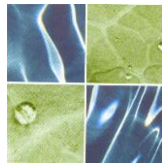
Frederico Fábio MAUAD (1); Luiz Fernando Biazetti PREFEITO (2).

1- Professor do Departamento de Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo. Professor dos Programas de Pós-Graduação em Hidráulica e Saneamento e Ciências da Engenharia Ambiental da Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo – Avenida Trabalhador São-Carlense, 400, Centro, São Carlos, SP, fone 55 (16) 273.9525 – e-mail: mauadffm@sc.usp.br

2- Jurista – aluno do programa de pós-graduação em Ciências da Engenharia Ambiental do Departamento de Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo – Rua Dona Ana Prado, nº 127, Vila Prado, em São Carlos, SP, fone 55 (16) 270.6000 – e-mail: lprefeito@sc.usp.br

RESUMO: A reestruturação do setor elétrico brasileiro, iniciado em meados da década de 1990, deve ser vista dentro de uma perspectiva histórico-estrutural, envolvendo em uma mesma análise a privatização, a crise do setor elétrico e a garantia à cidadania. Para entender as reformas ocorridas no setor, é necessário evidenciar um pouco da trajetória histórica do setor, vocação hidrelétrica, as opções político-econômicas para a reestruturação em curso e as respostas dadas pelo governo à crise elétrica brasileira.

O que se nota, é que a crise do setor elétrico foi deflagrada tanto por fatores estruturais, de ausência de investimentos no setor durante a década de 1990, como pelo processo de privatização engendrado na mesma década. A privatização também foi acompanhada de baixa capacidade técnica das agências reguladoras em realmente regular e fiscalizar as novas concessionárias de energia elétrica, geração e distribuição.



7º Congresso da Água
Água – Qualidade de Toda a Vida

HIDRÁULICA E REUTILIZAÇÃO FLUVIAIS

GEOMETRIA DE CAVIDADES DE EROSÃO JUNTO DE ENCONTROS DE PONTES DE COMPRIMENTO INTERMÉDIO A LONGO

Geometry of scour holes at intermediate and long bridge abutments

Cristina M. S. FAEL

Assistente, UBI, DEC, Edifício II das Engenharias, Calçada do Lameiro, 6200-001, Covilhã, +351.75.329976, cfael@ciunix.ubi.pt

Martin HÖCK

Professor Auxiliar, UBI, DECA, Edifício II das Engenharias, Calçada do Lameiro, 6200-001, Covilhã, +351.75.329976, martinvs@ubi.pt

António H. CARDOSO

Professor Associado, IST, DECivil, Av. Rovisco Pais, 1049-001, LISBOA+351.1 8418154, ahc@civil.ist.utl.pt

RESUMO: Durante as últimas décadas, realizaram-se muitos estudos de índole experimental sobre erosões localizadas. Muitos desses estudos estão direccionados para erosões junto de pilares de pontes; realizaram-se relativamente poucos sobre erosões localizadas junto de encontros de comprimento intermédio e longo. O presente estudo centra-se, justamente, na discussão de novos resultados experimentais obtidos para obstáculos relativamente longo.

O trabalho tem por base os resultados obtidos no canal de Morfologia Fluvial existente no Laboratório de Hidráulica e Recursos Hídricos (LHRH) do Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura da Universidade da Beira Interior (UBI). O canal, construído em betão, tem 4,0 m de largura, 28,0 m de comprimento e 1,0 m de altura. Na respectiva zona central e a toda a largura do canal, 13,40 m a jusante da secção de entrada, existe uma reentrância com 3,0 m de comprimento e 0,6 m de profundidade, que foi preenchida com areia de quartzo ($D_{50} \approx 1,28$ mm; $\bar{D} \approx 1,46$) de modo a permitir o desenvolvimento de cavidades de erosão.

O estudo foi realizado para alturas de escoamento praticamente constantes ($\approx 0,06 \leq h \leq \approx 0,07$ m) e para comprimentos do encontro que variam entre $L = 0,64$ m e $L = 1,86$ m. Deste modo, L/h varia entre ≈ 9 e ≈ 28 . O limite superior deste intervalo é pouco comum em estudos precedentes. Também foram consideradas diferentes velocidades de escoamento de aproximação, na gama $0,39 < U/U_c < \approx 1,06$, onde U é a velocidade média do escoamento de aproximação e U_c é a velocidade crítica de início do movimento do material do fundo.

Neste estudo analisa-se a ocorrência de cavidades de erosão junto dos encontros de comprimento intermédio e longo, tendo em consideração o efeito do respectivo comprimento nos valores da velocidade do escoamento acima dos quais tal ocorrência se dá. Conclui-se que a hipótese de HANCO (1971) não é válida para encontros longos e sugere-se um novo critério. Caracteriza-se o volume e a geometria das cavidades de erosão em função da velocidade do escoamento e do comprimento dos obstáculos e propõem-se equações de cálculo das principais dimensões características das cavidades.

MODELAÇÃO DE ONDAS DE CHEIA PROVOCADAS PELA RUPTURA DE BARRAGENS

Influência do fundo móvel

João G. A. B. LEAL

Assistente, Dpto. de Eng. Civil e Arquit., Universidade da Beira Interior, Calçª Fonte do Lameiro, 6201-001, Covilhã, ++351.275.329731, jleal@ciunix.ubi.pt

Rui M. L. FERREIRA

Assistente, Dpto. de Eng. Civil e Arquit., Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001, Lisboa, ++351.21.8418155, ruiif@civil.ist.utl.pt

António H. CARDOSO

Professor Associado, Dpto. de Eng. Civil e Arquit., Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001, Lisboa, ++351.21.8418154, ahc@civil.ist.utl.pt

RESUMO: Nesta comunicação procede-se à avaliação da influência do fundo móvel na propagação de ondas de cheia provocadas pela ruptura de barragens. Essa avaliação é efectuada com base nas soluções analíticas de Ritter e de Stoker e em resultados experimentais e numéricos.

Os resultados experimentais foram obtidos em ensaios realizados no LNEC, num canal horizontal com 19,2 m de comprimento, 0,5 m de largura e 0,7 m de altura. Na secção situada a 10,0 m da secção de montante do canal existe uma comporta cuja abertura quase instantânea permite simular a rotura total e instantânea de uma barragem. Consideraram-se dois tipos de fundo do canal: fixo e móvel. Os perfis da superfície livre do escoamento e do fundo no canal foram medidos através de registos obtidos com cinco câmaras de vídeo. A localização da frente da onda foi obtida através das medições efectuadas com captadores de pressão instalados nas paredes laterais do canal. Nos ensaios com fundo móvel utilizaram-se dois tipos de sedimentos: areia e pedra-pomes. Testaram-se diversas condições iniciais para ambos os tipos de fundo e de material. Essas condições correspondem a dois níveis iniciais de água a jusante da comporta. No caso do fundo móvel variou-se, ainda, a cota inicial do fundo a montante, permitindo a existência de um desnível inicial na secção da comporta.

Os modelos numéricos utilizados baseiam-se, no caso do modelo hidrodinâmico nas equações de Saint-Venant e no caso do modelo morfodinâmico num modelo conceptual com duas camadas de transporte, às quais se aplicam as leis de conservação da massa e da quantidade de movimento. Os sistemas de equações diferenciais são resolvidos numericamente pelo esquema de diferenças finitas de MacCormack-TVD.

Os resultados experimentais, numéricos e analíticos compreendem os perfis longitudinais da superfície livre e do fundo e a celeridade da frente da onda. As diferenças entre os resultados analíticos, experimentais e numéricos são discutidas com base em hipóteses simplificativas. Nos ensaios com fundo fixo verifica-se que a existência de um nível inicial de água a jusante reduz drasticamente a celeridade da frente da onda, afastando-a do valor analítico de Ritter. Nos ensaios sem desnível inicial do fundo constata-se que a mobilidade deste influencia fortemente a celeridade da frente da onda e produz algumas alterações importantes no perfil da superfície livre, sendo de destacar a formação de um ressalto hidráulico que se propaga para montante. Conclui-se ainda que a existência de um desnível inicial do fundo não só aumenta a celeridade da frente da onda, como origina a formação de um ressalto hidráulico que se propaga para jusante.

PALAVRAS CHAVE: ruptura de barragens, fundo móvel, celeridade da frente da onda

UTILIZAÇÃO DE DESCARGAS DE CALDEIRAS DE ANTIGOS MOINHOS DE MARÉ NO DESASSOREAMENTO DE ESTEIRO

Estudo em Modelo Matemático

Teresa L. ROSA

Mestre em Modelação, Gestão e Ecologia dos Recursos Marinhos, HIDROPROJECTO, Av. Marechal Craveiro Lopes, 6, 1749-010 Lisboa, tsilveira@hidroprojecto.pt

Mário TELES

Engº Hidrógrafo, HIDROPROJECTO, Av. Marechal Craveiro Lopes, 6, 1749-010 Lisboa, mteles@hidroprojecto.pt

RESUMO: O assoreamento dos canais em zonas estuarinas e fluviais, sendo responsável pela geração de problemas de navegabilidade, frequentemente exige o recurso à realização, mais ou menos periódica, de dragagens de manutenção. No âmbito do projecto de ordenamento portuário das frentes ribeirinhas dos concelhos do Montijo e Moita, foi efectuado um estudo, em modelo matemático, destinado a verificar a possibilidade de contrariar o assoreamento dos esteiros da Moita, Montijo e Sarilhos, na bacia Moita-Montijo (Estuário do Tejo), recorrendo a uma metodologia de “descargas à maré” provenientes de retenções artificiais, posicionadas nos seus extremos (caldeiras de antigos moinhos de maré). Esta solução considera sistemas de comportas que se fecham no instante de preamar após o alagamento das caldeiras, durante a enchente, e que se abrem no decurso da vazante em instantes pré-determinados.

O estudo elaborado, envolveu o recurso a um modelo matemático de hidrodinâmica e do transporte de sedimentos coesivos, implementado sobre um domínio, regular, de passo espacial igual a 50 metros, representando a bacia da Moita-Montijo. O algoritmo do modelo baseia-se na resolução em diferenças finitas, das equações de Navier-Stokes, da continuidade e dos balanços de massa, com adequada representação dos termos de fonte e sumidouro. É um modelo bidimensional, no plano horizontal. Como condição de forçamento foi considerada uma série temporal de maré real, medida para o estuário do Tejo, aplicada nas fronteiras abertas do domínio.

A implementação numérica do sistema de fecho e abertura das caldeiras assentou, essencialmente, na capacidade do modelo de representar áreas de espraiados de maré, com determinação, ao longo do ciclo de maré, das células que se encontram, periodicamente, cobertas de água, ou “a seco”. Esta situação é prevista a partir do cálculo da fronteira terra-água como função do valor actualizado da profundidade, com consideração no domínio de cálculo de fronteiras “móveis” durante a enchente e a vazante da maré.

O estudo de desassoreamento dos esteiros considerou a simulação de uma situação de referência, sem a introdução das caldeiras (situação actual), e três cenários de descarga, com introdução das caldeiras no domínio de simulação. Estes três cenários consideraram: descarga completa das caldeiras; descarga parcial, com manutenção no interior da caldeira de um nível mínimo de 1 metro; descarga parcial, com manutenção no interior da caldeira de um nível mínimo de 2 metro (figura 1).

A interpretação dos resultados obtidos assentou na comparação dos resultados das simulações dos vários cenários para “descargas à maré” nas caldeiras, com os resultados da situação de referência. Foi possível concluir que as correntes de descarga à maré são susceptíveis de produzir efeitos de desassoreamento em extensões apreciáveis nos esteiros mencionados.

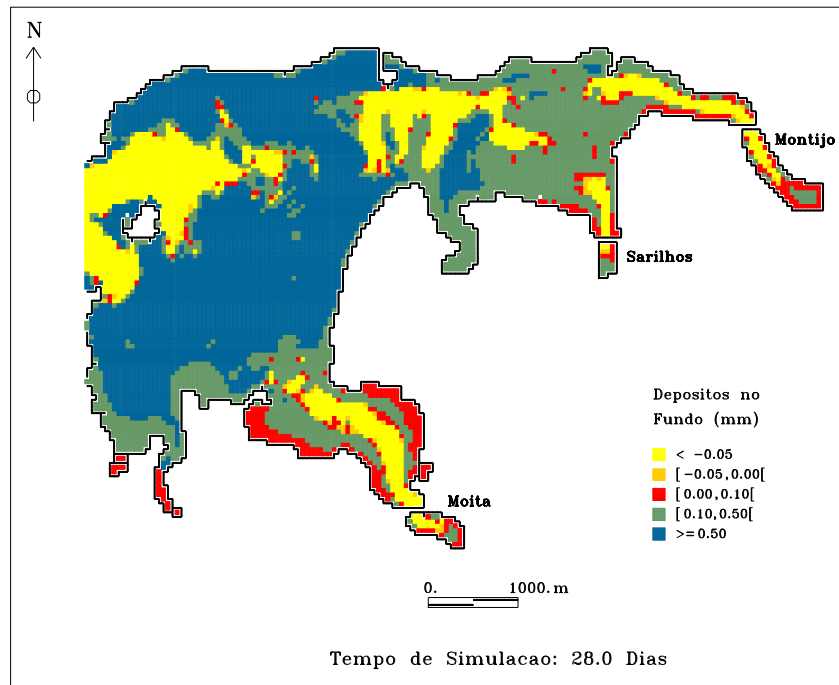


Figura 1 – Balanço sedimentar. Resultados do modelo após 28 dias de simulação.
Descarga parcial das caldeiras (nível mínimo no interior = 2 m (ZH)).

PALAVRAS-CHAVE: Modelação Matemática, Transporte de Sedimentos, Maré, Desassoreamento, Bacia Moita-Montijo

MODELAÇÃO MATEMÁTICA DO TRANSPORTE DE MISTURAS GRANULOMÉTRICAS.

Equações de conservação para modelos unidimensionais.

Rui M. L. FERREIRA

*Assistente, Dpto. de Engenharia Civil e Arquitectura, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, Portugal;
tel: ++351 21 841 81 55, e-mail: ruiif@civil.ist.utl.pt*

João G. A. B. LEAL

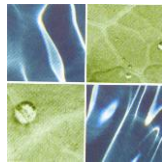
*Assistente, Dpto. de Engenharia Civil e Arquitectura, Universidade da Beira Interior, Edifício II das Engenharias, Calçada Fonte do
Lameiro, 6201-001 Covilhã, Portugal; tel: ++351 275 329 731, e-mail: jleal@ciunix.ubi.pt*

António H. CARDOSO

*Professor Associado, Dpto. de Engenharia Civil e Arquitectura, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, Portugal;
tel: ++351 21 841 81 54, e-mail: ahc@civil.ist.utl.pt*

RESUMO: A vasta aplicabilidade dos modelos unidimensionais e seu baixo custo computacional, justificam que se proceda ainda a esforços que conduzam ao seu aperfeiçoamento. Em particular importa abordar conjuntamente o transporte selectivo de misturas granulométricas e a evolução morfológica de cursos de água uma vez que, constata-se, são fenómenos indissociáveis. No presente trabalho desenvolve-se um modelo matemático unidimensional consistindo num conjunto de equações de conservação consideradas suficientes para a descrição dos principais processos observáveis. Obtém-se um sistema de equações diferenciais parciais aberto, *i.e.*, com um número de incógnitas superior ao número de equações. Serão necessárias, portanto, equações de fecho de cariz semi-empírico. Considerando válidas as hipóteses de Saint-Venant, são apresentados argumentos para a divisão do sistema a modelar em camadas de transporte e acumulação de sedimentos, caracterizados por uma razoável homogeneidade interna no que diz respeito às grandezas velocidade e concentração de sedimentos. Em particular, faz-se uso do conceito de camada de mistura. As fronteiras entre camadas podem ser atravessadas e permitem fluxos de matéria. Mostra-se como o modelo permite quantificar a pertinência de termos pouco utilizados nos modelos clássicos, nomeadamente os relacionados com a inércia dos sedimentos e a acumulação de sedimentos na coluna de água.

PALAVRAS CHAVE: modelação matemática, misturas granulométricas.



7º Congresso da Água
Água – Qualidade de Toda a Vida

ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS E PROCESSOS HIDROLÓGICOS

ANÁLISE E AVALIAÇÃO DO EFEITO DE ESCALA SOBRE O HIDROGRAMA UNITÁRIO GEOMORFOLÓGICO PARA PEQUENAS BACIAS RURAIS

Abel M. GENOVEZ

Engo. Civil, FEC / UNICAMP, Cx. P. 6021, cep 13083-970 - Campinas – Est. São Paulo, Brasil – genovez@fec.unicamp.br

Fernando Sérgio A. COELHO

Engo. Civil, FEC / UNICAMP, Cx. P. 6021, cep 13083-970 - Campinas – Est. São Paulo, Brasil, Bolsista FAPESP, coelho@agro.unicamp.br

Ana Inés B. GENOVEZ

Enga. Civil, FEC / UNICAMP, Cx. P. 6021, cep 13083-970 - Campinas – Est. São Paulo, Brasil – bgenovez@fec.unicamp.

RESUMO : Em pequenas bacias hidrográficas rurais é grande a dificuldade de se obter dados de vazão, e geralmente os métodos e fórmulas empregados utilizam dados de precipitação, que são normalmente encontrados. Entre os diversos métodos tem-se o do Hidrograma Unitário Geomorfológico que é usado para avaliar a resposta de pequenas bacias. Neste método as probabilidades e parâmetros incorporados na análise, são colocados em função de parâmetros geométricos representativos da geomorfologia da bacia e da velocidade média do escoamento no sistema fluvial. O objetivo deste trabalho é avaliar qual é o efeito da escala do mapa da bacia hidrográfica na avaliação do Hidrograma Unitário Geomorfológico em pequenas bacias. Para a aplicação do método e análise do efeito da escala do mapa da bacia, utilizaram-se três bacias hidrográficas nas escalas 1:10.000, 1:50.000 e 1:250.000, com áreas de 38, 67 e 184 km², do Estado de São Paulo, Brasil. Após a análise conclui-se que não se deve escolher grandes escalas para bacias com pequenas áreas, pois muitos detalhes da rede de drenagem são perdidos, comprometendo assim uma análise mais apurada. Com relação ao efeito de escala, a escala de 1:50.000 é a mais adequada para as dimensões de bacias hidrográficas utilizadas neste trabalho.

PALAVRAS CHAVE : hidrograma unitário geomorfológico, hidrograma de enchente, vazão máxima, efeito de escala.

MODELAÇÃO INTEGRADA DE SISTEMAS HÍDRICOS

Frank BRAUNSCHWEIG

Master, Researcher / Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1096 Lisboa Codex, frank.maretec@ist.utl.pt

Ramiro NEVES

PhD, Prof. / Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1096 Lisboa Codex, ramiro.neves@ist.utl.pt

Paulo LEITÃO

PhD, Hidromod, Taguspark, Núcleo Central, 363, 2780-920 Oeiras, pchambel.hidromod@taguspark.pt

Luís FERNANDES

Master, Researcher / Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1096 Lisboa Codex, lfernandes.maretec@ist.utl.pt

RESUMO: Há muito tempo que a modelação matemática é utilizada para estudar sistemas hídricos. Existem vários modelos matemáticos para diferentes áreas de aplicação nomeadamente em estuários, rios, albufeiras, oceanos, bacias hidrográficas e aquíferos. No entanto, um dos maiores defeitos da maioria dos modelos actualmente existentes é a ausência de interligação entre eles.

Nesta comunicação apresenta-se o sistema de modelação matemática MOHID, o qual ambiciona integrar modelos de todos os tipos acima mencionados. Este sistema foi inicialmente desenhado para simular processos de escoamento e transporte em ambientes marinhos (estuários e oceanos). Actualmente, o MOHID pode ser aplicado em qualquer massa de água superficial estando em curso estudos de desenvolvimento para a sua aplicação em bacias hidrográficas e aquíferos.

Serão focados três temas principais: (i) uma breve descrição da tecnologia utilizada no design do sistema MOHID, (ii) um resumo das mais variadas aplicações já realizadas com o sistema MOHID e (iii) a apresentação como o desenvolvimento de novas áreas de aplicação que são facilmente integradas no sistema devido à tecnologia utilizada. No entanto, será dada ênfase à segunda parte, ou seja as variadas aplicações realizadas com o MOHID.

A arquitectura modular orientada por objectos desde modelo foi a base para a criação do actual *MOHID Water Modeling System*, que é um sistema de várias ferramentas numéricas. Actualmente existem três programas principais: (i) *MOHID Water*, (ii) *MOHID Land* e (iii) *MOHID Soil*. A primeira ferramenta pode ser utilizada para simular processos em corpos de água superficiais, a segunda pode ser utilizada na modelação de bacias hidrográficas e a terceira destina-se para o estudo dos processos em meios porosos. Hoje em dia o *MOHID Water Modeling System* é um sistema robusto e fiável para a modelação integrada dos recursos hídricos.

De modo a enfatizar a versatilidade do sistema, serão apresentadas algumas das aplicações, de diferentes escalas e de diferentes processos, realizadas com o sistema MOHID, focando as vantagens da programação orientada por objectos em dois casos: (i) na implementação de modelos encaixados para o modelo operacional do Estuário do Tejo e (ii) na modelação integrada de um sistema hídrico com os modelos do sistema MOHID do sistema da bacia hidrográfica do Rio Trancão / Estuário do Tejo.

O modelo operacional do Estuário do Tejo (<http://www.mohid.com/tejo-op>) implementa três níveis de modelos encaixados do *MOHID Water*. O modelo mais grosseiro (nível 1) cobre quase toda a costa ocidental portuguesa e serve para fornecer condições de fronteira aos modelos do nível dois. Os modelos do segundo nível cobrem o Estuário do Tejo e são utilizados com dois objectivos: (i) estudar os processos de transporte e ecológicos do estuário do Tejo e (ii) fornecer as condições de fronteira aos modelos do nível três. Actualmente correm dois modelos no nível dois: um modelo bidimensional e um modelo tridimensional. No nível três existem vários modelos para estudar os processos à escala local.

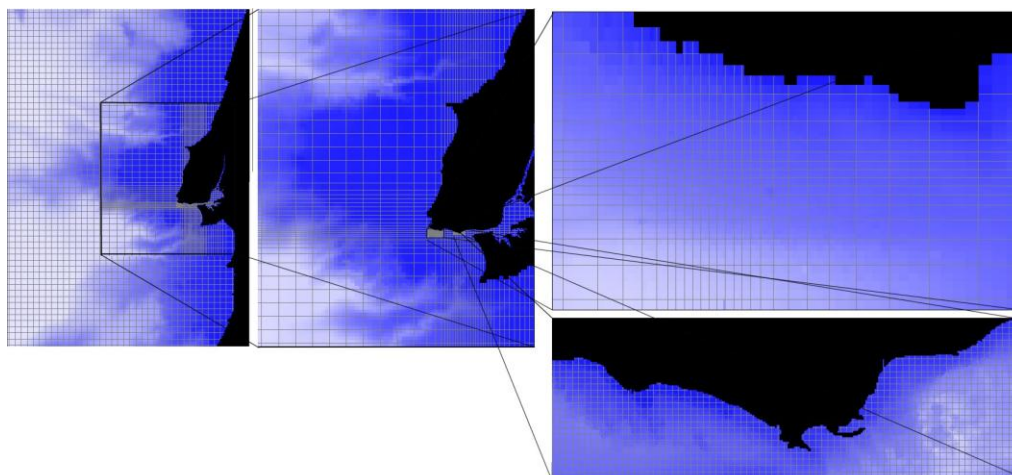


Figura 7 – Três níveis de modelos encaixados

A integração das diferentes ferramentas de modelação, nomeadamente a integração do MOHID *Water* com o MOHID *Land*, pode ser utilizada no estudo integrado dos recursos hídricos. Uma vez que estas duas ferramentas assentam sobre a mesma base, a integração destas ferramentas é relativamente fácil.

Uma maneira de integrar as ferramentas consiste em correr primeiro o MOHID *Land* para todas as bacias que afluem a um dado corpo de água e criar uma série temporal na secção de saída da bacia hidrográfica. Depois, estas séries temporais podem ser utilizadas como condições de fronteira do modelo MOHID *Water*.

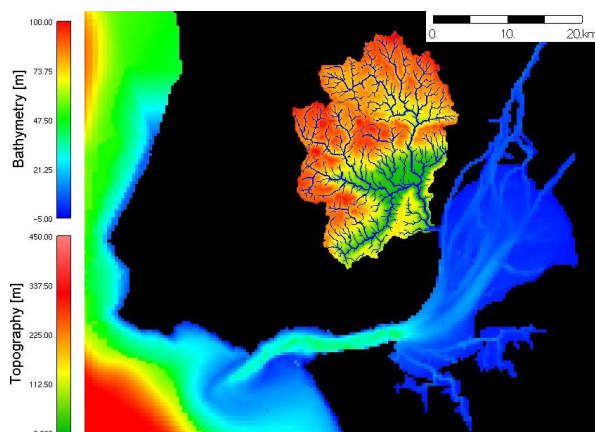


Figura 8 – Integração das ferramentas de modelação

A VEGETAÇÃO DE ALTITUDE E A RECARGA HÍDRICA POTENCIAL NO CONCELHO DO FUNCHAL

Henrique COSTA NEVES

Engº Técnico Agrário, Vereador da Câmara Municipal do Funchal, Largo do Município, 9004-512, Funchal, 351.291.211016,
costa.neves@mail.cm-funchal.pt

RESUMO: As condições meteorológicas predominantes no arquipélago da Madeira são maioritariamente influenciadas pela localização e intensidade do anticiclone dos Açores. Um aspecto importante do clima da ilha da Madeira é a ocorrência de nevoeiros orográficos que persistem normalmente entre os 700 e os 1800 m de altitude.

O objectivo deste trabalho consiste na quantificação do ganho hídrico obtido pela interceptação dos nevoeiros de altitude no concelho do Funchal. A área seleccionada abrange 4.2 km² entre os 1500 e os 1800 m de altitude, sendo o coberto vegetal actual muito rarefeito e degradado, predominantemente herbáceo, consequência do pastoreio desregrado prolongado, recentemente eliminado.

Prevê-se trinta anos para a regeneração natural do coberto arbustivo composto maioritariamente por urzais de altitude onde predomina *Erica arborea* L.

Para tal, recorreu-se à extrapolação com valores obtidos por outro autor em determinada zona montanhosa da Ilha com idênticas condições climáticas, onde a média da precipitação de contacto mínima sob *E.arborea* foi de 33,3 l/m²/dia.

Dependendo da direcção do vento, normalmente do quadrante Norte, o ganho hídrico obtido pela precipitação de contacto na vegetação secundária poderá atingir 7.685,6l/m²/ano.

A água obtida sob a vegetação é potencialmente superior ao dobro da precipitação anual e excede o consumo anual de água potável da cidade do Funchal.

PALAVRAS-CHAVE: Precipitação de contacto, *Erica arborea* L., Concelho do Funchal, potencial.

IMPACTO DAS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS NOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS DE PORTUGAL CONTINENTAL ALGUNS RESULTADOS PRELIMINARES

João NASCIMENTO

Engº de Recursos Hídricos (Univ. Évora), CVRM – Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, 218417247, jnascimento@mail.ist.utl.pt

Luís RIBEIRO

Engº de Minas (IST), Professor Auxiliar (IST), CVRM – Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, 218417247, nlrib@alfa.ist.utl.pt

Luís VEIGA da CUNHA

Professor Catedrático Convidado, Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, 2829-516 Caparica 212948300, lvdacunha@mail.telepac.pt

Rodrigo OLIVEIRA

Doutor em Engenharia Civil, Chiron, Sistemas de Informação, Lda; Edifício Premium Alameda Fernão Lopes, nº16 – 10º, 1495-190 Algés 214127001, rpo@chiron.pt

RESUMO: De entre as principais conclusões obtidas na 1ª fase do Projecto SIAM (Climate Change in Portugal. Scenarios, Impacts and Adaptation Measures) deve-se realçar as seguintes: a) uma progressiva redução da precipitação anual; b) uma maior redução da precipitação no Sul de Portugal aumentando a assimetria de disponibilidades hídricas; c) uma maior concentração da precipitação nos meses de Inverno, realçando deste modo a sazonalidade. O impacto destes cenários nos recursos hídricos subterrâneos, que é foi um dos objectivos da 2ª fase do projecto, far-se-á sentir com maior ou menor magnitude nas seguintes componentes quantitativas e qualitativas: 1 - Diminuição da recarga efectiva dos aquíferos e consequentemente diminuição das disponibilidades hídricas subterrâneas; 2 - Alteração no equilíbrio da interface dos sistemas superficiais e subterrâneos, quer nos cursos de água altamente dependentes das águas subterrâneas em zonas áridas (Alentejo); quer nos aquíferos costeiros do Algarve; 3 - Deterioração da qualidade da água devido aos processos naturais de salinização devido ao aumento da evapotranspiração; 4 - Modificação dos graus de susceptibilidade à contaminação agrícola dos aquíferos devido à alteração esperada dos tipos de cultura e à redução da recarga efectiva.

Palavras-chave: Alterações climáticas; piezometria, ecossistema, intrusão salina, vulnerabilidade

AVALIAÇÃO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DA RIBEIRA DE VALVERDE

Calibração do Modelo Temez aplicado à Ribeira de Valverde

Luís RAMALHO

Estagiário da Licenciatura em Engenharia dos Recursos Hídricos da UE, Apartado 94 Dep. Eng.ª Rural 7000 Évora

Maria Madalena MOREIRA

Professora Auxiliar Dep. Eng.ª Rural UE, Apartado 94 Dep. Eng.ª Rural 7000 Évora, mmvmv@uevora.pt

RESUMO: Apresenta-se neste trabalho a aplicação do Modelo Precipitação-Escoamento de Temez, com a respectiva calibração dos seus parâmetros, à Bacia Hidrográfica da Ribeira de Valverde que integra parcialmente a Herdade Experimental da Mitra e pertence à bacia hidrográfica da Ribeira das Alcáçovas, afluente do Sado.

O Modelo Temez simula o escoamento superficial na bacia, reproduzindo os processos essenciais de transporte de água entre as diferentes componentes do ciclo hidrológico.

Os parâmetros a calibrar no modelo são a capacidade máxima de humidade no solo, o parâmetro do excedente, a capacidade máxima de infiltração no solo e o coeficiente de descarga do aquífero.

A Ribeira de Valverde está parcialmente integrada na Herdade Experimental da Mitra e pertence à Bacia Hidrográfica das Alcáçovas, uma sub-bacia do Rio Sado, localizando-se a cerca de 8 km da cidade de Évora.

A Bacia Hidrográfica da Ribeira de Valverde tem uma área de 72,2 Km² e um perímetro de 39,5 km, apresentando uma forma ligeiramente alongada com o factor de forma igual a 0,22. O comprimento do curso de água principal tem 18,1 km e o comprimento de todas as linhas de água é de 523,3 km. A Bacia Hidrográfica apresenta uma altura média de 86,9 m e o declive médio de 1,13%. Os cursos de água são maioritariamente do tipo efémero. A Bacia Hidrográfica da Ribeira de Valverde apresenta uma densidade de drenagem de 7,25 km/km² e um percurso médio do escoamento superficial de 0,14 km, concluindo-se que se trata de uma bacia hidrográfica excepcionalmente bem drenada.

Para calibração do Modelo de Temez aplicado à Ribeira de Valverde foram utilizados os resultados das medições de caudal na estação hidrométrica instalada na Herdade da Mitra, para a qual foi determinada a curva de vazão da Estação Hidrométrica construída numa secção transversal da Ribeira de Valverde, na Herdade da Mitra. As medições decorreram entre o dia 1 de Fevereiro de 2002 e o dia 31 de Agosto de 2003. Através do traçado do limnógrafo e da aplicação da curva de vazão foi determinada a série de escoamentos mensais na secção em estudo.

Os dados de entrada no Modelo de Temez foram a série de precipitações ponderada sobre a bacia, que se considerou igual à série de precipitações no posto udométrico Évora/Mitra, e o valor da evapotranspiração potencial determinada pelo Método Penman-Monteith com base nas normais climatológicas 1951-1980, em Évora.

Foram estudados vários cenários na aplicação do estudo de sensibilidade dos parâmetros do Modelo Temez. Após estudo de sensibilidade dos quatro parâmetros a calibrar, observou-se que o melhor resultado corresponde ao conjunto de valores:

$H_{\max} = 134,3 \text{ mm}$; $I_{\max} = 14,0 \text{ mm}$; $C = 0,24$; $\alpha = 0,005$

Na figura 1 é apresentada a representação dos hidrograma obtido pelo Modelo Temez e o hidrograma dos valores medidos.

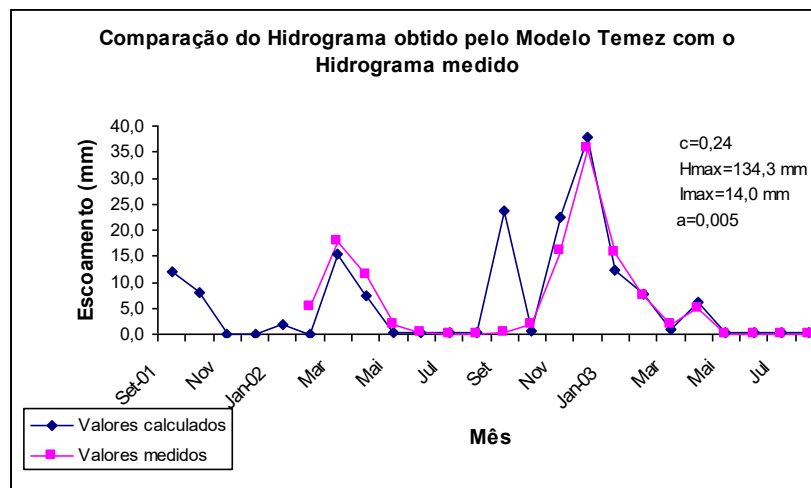


Figura 1 - Comparação do Hidrograma obtido pelo modelo Temez com o Hidrograma medido

Foram comparados os resultados do Modelo de Temez e do Balanço Hidrológico de Thornthwaite com os escoamentos medidos no terreno de modo a decidir qual a ferramenta a utilizar no apoio à gestão desta bacia hidrográfica, figura 2.

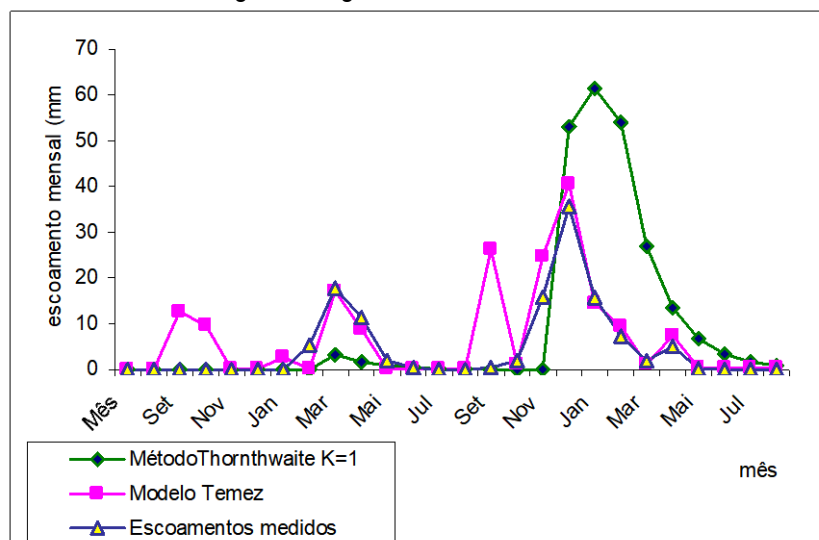


Figura 2 - Comparação dos Hidrogramas obtidos pelos diferentes métodos

Foi concluído que o Modelo Temez é uma boa ferramenta para estimar a variação do escoamento neste secção de referência, apresentando um comportamento muito aproximado dos valores medidos no terreno.

UTILIZAÇÃO DE REDES TIN EM MODELOS DISTRIBUÍDOS DE PRECIPITAÇÃO/ESCOAMENTO SUPERFICIAL.

LANÇA, Rui M.

Eq. Professor Adjunto, Universidade do Algarve (EST), Investigador na MARETEC (IMAR, IST) rlanca@ualg.pt, w3.ualg.pt/~rlanca

RESUMO: A comunicação apresenta as directivas de desenvolvimento de um modelo distribuído e a sua aplicação à Ribeira da Pradiela (distrito de Évora, afluente do Dejebe).

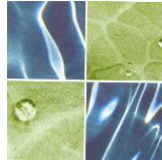
A utilização de modelos distribuídos de precipitação/escoamento superficial para modelação integrada dos fenómenos hidrodinâmicos, transporte de sedimentos e qualidade da água à escala da bacia hidrográfica, é fundamental para uma correcta percepção dos binómios causas/efeitos e consequente gestão optimizada dos recursos hídricos.

Os modelos distribuídos existentes assentam em malhas estruturadas de células regulares adjacentes (*DEM*) ou em malhas de triângulos irregulares adjacentes (*TIN*). Os primeiros têm um processamento relativamente simples e são compatíveis com a estrutura matricial de uma imagem *raster*, contudo obrigam a uma densidade de informação uniforme sobre a área em estudo, apresentam problemas de escala na representação das linhas de água e das variáveis distribuídas como a altitude, classes de solo, classes de uso do solo, dotações de rega, fertilizantes e pesticidas. As redes TIN são mais versáteis e no caso particular de os pontos levantados sobre o terreno formarem uma métrica regular, a rede TIN representa uma malha estruturada.

Os modelos existentes que utilizam uma malha TIN definem a rede hidrográfica pelas arestas comuns dos triângulos que formam um ângulo côncavo entre si. Esta implementação pode forçar a existência de linhas de água onde não existem traços morfológicos da sua existência. A metodologia proposta para gerar as linhas de água passa por definir uma área de influência associada a cada nó (polígono de Voronoi) que drena por uma linha de água definida entre o próprio nó e o nó vizinho com o qual forma o maior declive. Esta metodologia é relativamente simples, não cria ambiguidades e permite criar uma rede hidrográfica cuja estrutura é perfeitamente compatível com a implementação de um algoritmo de diferenças finitas. As secções transversais das linhas de água são definidas como função da área a montante da respectiva secção.

A precipitação efectiva é calculada à escala da bacia pelo método da curva número (CN) do *Soil Conservation Service* (SCS) e à escala de uma parcela pela equação de Richardson. O escoamento é resolvido pela equação da onda cinemática nas linhas de água de ordem superior, pela equação de conservação da massa nas depressões e pelas equações de Saint-Venant na linha de água principal. É considerado o destacamento nas encostas e o destacamento/ transporte/ deposição nas linhas de água. Também é considerado o transporte de poluentes adsorvidos aos sedimentos, bem como fenómenos de *wash-off*.

PALAVRAS-CHAVE: Bacia hidrográfica, TIN, escoamento superficial, sedimentos, poluentes



7º Congresso da Água
Água – Qualidade de Toda a Vida

ESTRUTURAS E OBRAS HIDRÁULICAS

ESTUDO EXPERIMENTAL DO CAMPO DE PRESSÕES E DE VELOCIDADES NUM DESCARREGADOR DE CHEIAS EM DEGRAUS

António AMADOR; Martí SÁNCHEZ-JUNY; Josep DOLZ

Engº Civil; Professor Titular; Professor Catedrático, UPC, C. Jordi Girona 1,3 D1, 08034, Barcelona, antonio.amador@upc.es

Félix SÁNCHEZ-TEMBLEQUE; Jerónimo PUERTAS

Engº Industrial; Professor Catedrático, CITEEC, Campus Elviña s/n 15192, La Coruña, citeec@udc.es

Introdução

O descarregador de cheias em degraus em barragens de BCC é uma solução com benefícios para a economia e tempo de construção da barragem. Quando comparado com uma soleira lisa, permite uma maior dissipação de energia ao longo do descarregador, conduzindo a uma diminuição das dimensões da estrutura de dissipação de energia necessária a jusante. Actualmente para elevados caudais específicos de projecto, um descarregador convencional de soleira lisa é colocado sobre o paramento de jusante da barragem de BCC, eliminando parte das vantagens construtivas deste método.

Na presente comunicação apresenta-se um estudo experimental realizado num modelo reduzido de um descarregador de cheias em degraus típico de barragens de BCC. Obtiveram-se medidas do campo de pressões e de velocidades, que visam caracterizar as acções hidrodinâmicas sobre os degraus e avaliar o potencial risco de cavitação na estrutura. Para medir o campo de velocidades utilizou-se a técnica óptica denominada "Particle Image Velocimetry" (PIV.), esta medida não intrusiva permite aceder a um melhor conhecimento sobre as características do escoamento secundário turbilhonar, a sua interacção com o escoamento principal e como influenciam o campo de pressões actuante sobre as soleiras e espelhos dos degraus.

Campo de velocidades

O campo de velocidades foi estudado em seis degraus localizados no trecho de escoamento sem emulsão de ar. As medições realizadas, permitem estudar o desenvolvimento da camada limite e a aceleração do escoamento a montante da secção de afloramento da camada limite.

Para obtenção do campo de velocidades médias e quantidades médias de turbulência, adquiriram-se entre 500 e 1000 pares de imagens. Na Fig. 1 apresentam-se os campos de velocidades médias e intensidade de turbulência calculados a partir de 1000 campos de velocidade instantâneos.

Da análise da figura é possível caracterizar a velocidade média e dimensão do vórtice forçado existente no interior da cavidade, bem como as zonas do degrau sujeitas a maior intensidade de turbulência e consequentemente alvo de maiores flutuações de pressão.

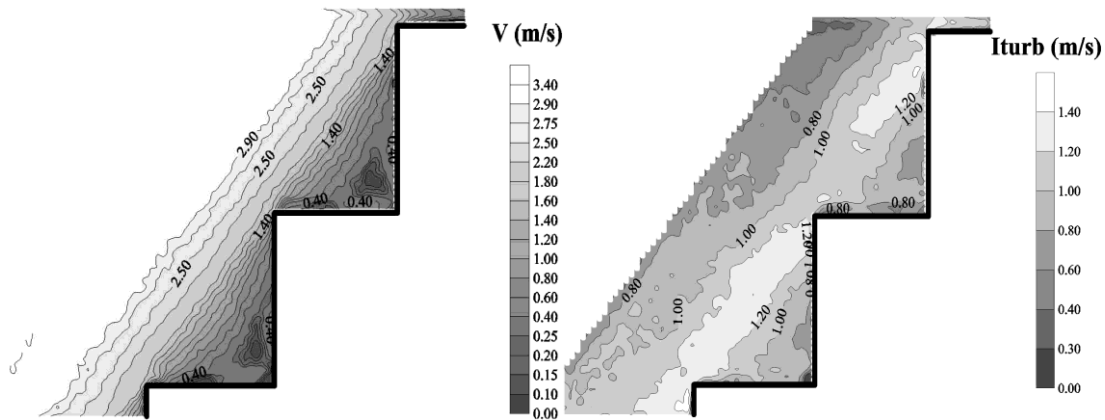


Figura 1 - Campo de velocidades média e intensidade de turbulência nos degraus 30 ($L/k_s=23.28$) e 31 ($L/k_s=21.23$), para o caudal $y_c/h=2.15$.

Pressões hidrodinâmicas

Também foram medidas as pressões dinâmicas causadas pelo escoamento na soleira e espelho do degrau, sendo interessante relacionar os valores registados com as características do campo de velocidades.

Na Fig. 2 mostra-se a distribuição da média e do desvio padrão da pressão dinâmica no espelho dum degrau.

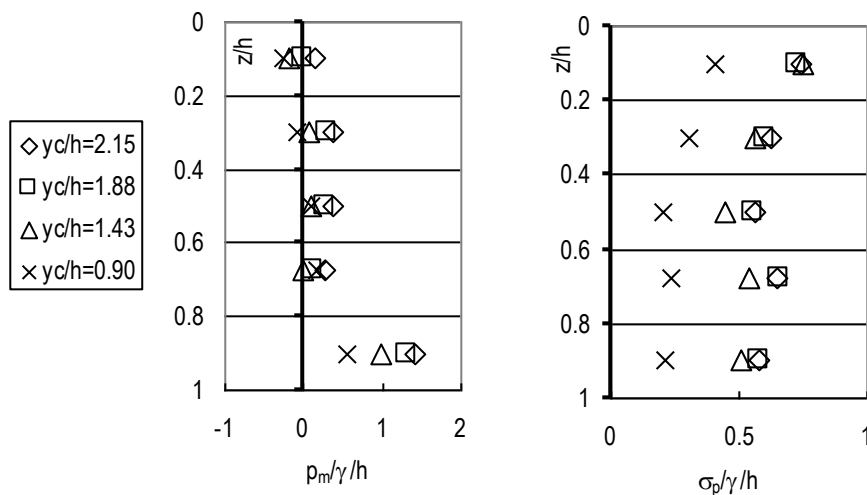


Figura 2 - Distribuição da média ($p_m/\gamma/h$) e desvio-padrão ($\sigma_p/\gamma/h$) da pressão dinâmica sobre o espelho do degrau 31 ($L/k_s=21.23$).

Os objectivos futuros da investigação, são o prosseguimento do estudo das características estatísticas da turbulência do escoamento e das pressões hidrodinâmicas de forma a definir a magnitude e extensão das forças actantes sobre os degraus e o risco de cavitação na estrutura.

ENERGIA ESPECÍFICA RESIDUAL DO ESCOAMENTO EM DESCARREGADORES DE CHEIAS EM DEGRAUS. APLICAÇÃO DO RESSALTO HIDRÁULICO

Inês MEIRELES

Equiparada a Assistente do 1º Triénio, Escola Superior de Tecnologia do Barreiro – Instituto Politécnico de Setúbal, Rua Stinville, nº14 Parque Empresarial do Barreiro, Quimiparque, 2830-144 Barreiro +351.21.2064660, ines.meireles@estbarreiro.ips.pt

Jorge MATOS

Prof. Auxiliar, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, +351.21.8418145, jm@civil.ist.utl.pt

José FALCÃO de MELO

Investigador Auxiliar, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. do Brasil, 1700-066 Lisboa, +351.21.8443000, jfmelo@lnec.pt

RESUMO: A construção de descarregadores de cheias em degraus tem vindo a ser fortemente implementada nos últimos anos, o que em larga medida se deve à utilização da técnica recente de betão compactado por cilindros (BCC). Para além da economia e rapidez de construção que esta técnica possibilita, a dissipação de energia ao longo do descarregador é significativamente maior do que se este for convencional, o que permite reduzir as dimensões da estrutura de dissipação de energia a jusante, ou mesmo, nalguns casos, eliminá-la.

Em diversos trabalhos de investigação desenvolvidos até ao presente, a estimacão da energia específica residual tem sido efectuada com base na medição da altura do escoamento a jusante do ressalto hidráulico que se forma na bacia de dissipacão de energia, junto do pé do descarregador, e na posterior aplicacão da equacão de conservacão da quantidade de movimento para determinar a altura equivalente de água na secção imediatamente a montante do ressalto. Na aplicacão da equacão de conservacão da quantidade de movimento admite-se como válida a hipótese de que a distribuicão de pressões na secção de montante do ressalto é hidrostática, o que constitui uma simplificacão da realidade.

Embora alguns autores tenham verificado não ser válida a distribuicão hidrostática de pressões naquela secção, não procedem à comparacão entre os resultados obtidos atendendo à distribuicão não hidrostática de pressões e os que se obteriam a partir da medição da altura do escoamento a jusante do ressalto, considerando a hipótese de distribuicão de pressões hidrostática.

Com o objectivo de verificar a validade daquela hipótese, efectuaram-se ensaios experimentais num descarregador em degraus construído no pavilhão de modelos exteriores do Núcleo de Recursos Hídricos e Estruturas Hidráulicas do Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Para diversos valores do caudal a que corresponde o escoamento deslizante sobre turbilhões, procedeu-se à medição de alturas piezométricas na bacia de dissipacão de energia, na situacão de ocorrência de ressalto hidráulico imediatamente a jusante do pé do descarregador. Os resultados permitiram confirmar que as alturas piezométricas medidas junto da soleira da bacia de dissipacão na zona de impacto do escoamento atingem valores claramente superiores aos que se obteriam considerando a hipótese de distribuicão de pressões hidrostática na secção de montante do ressalto hidráulico.

Do estudo efectuado, observa-se que há diferenças apreciáveis entre os valores da altura equivalente de água e da energia específica residual obtidos considerando, por um lado, a hipótese simplifcativa de distribuicão de pressões hidrostática (hipótese 1) e, por outro, os valores da altura piezométrica medidos na soleira da bacia de dissipacão (hipótese 2) - Figura 9.

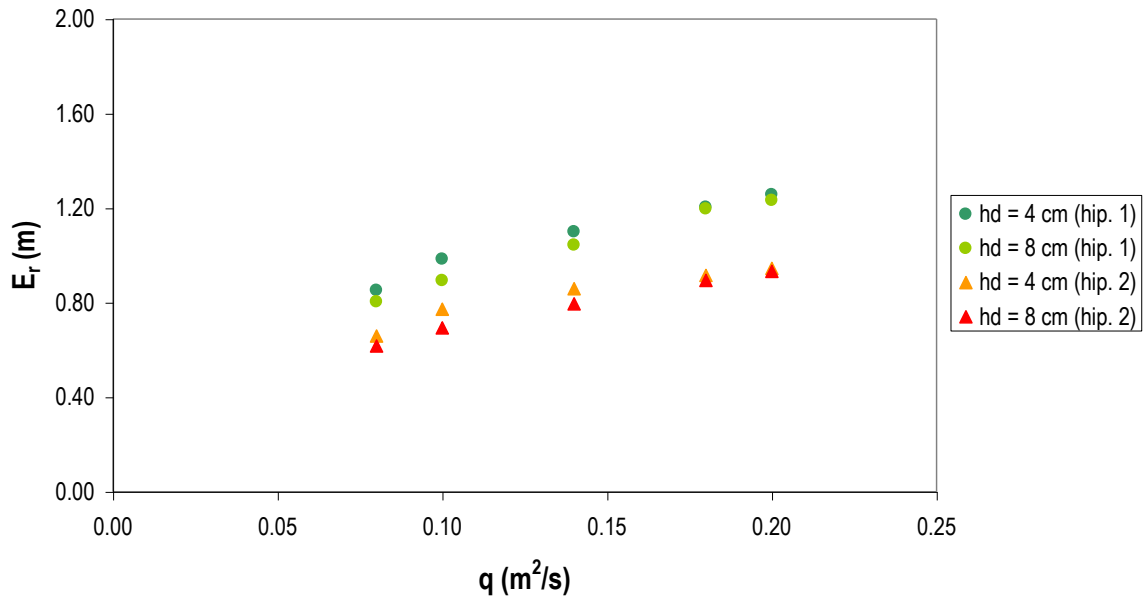


Figura 9 – Energia específica residual, imediatamente a montante do ressalto.

Ao considerar-se que a distribuição de pressões na secção de montante do ressalto hidráulico é hidrostática, em vez de se considerar a altura piezométrica na soleira da bacia de dissipação, os valores da altura equivalente de água na secção de montante do ressalto hidráulico são subestimados em 17 % e os valores da energia específica na mesma secção são sobrestimados em cerca de 30 %.

Regista-se que a relação entre os valores da altura equivalente de água imediatamente a jusante do descarregador, para as hipóteses 1 e 2, assim como a relação entre os respectivos valores da energia específica residual, são praticamente independentes da altura crítica (h_c) e da altura dos degraus (h_d), sendo representadas pelas equações de regressão

$$\frac{h_{mr2}}{h_{mr1}} = 1.20 \quad (1)$$

$$\frac{E_{r2}}{E_{r1}} = 0.77 \quad (2)$$

em que:

do escoamento a jusante do ressalto.

em que:

$h_{m\pi i}$ - altura equivalente de água no pé do descarregador na hipótese i ($i = 1,2$);

E_{r_i} - energia específica residual, no pé do descarregador, na hipótese i para ($i = 1,2$).

A aplicação das Eq. (1) e (2) permitirá estimar com maior rigor a altura equivalente de água e a energia específica imediatamente a jusante de descarregadores de cheias em degraus com declive próximo do analisado no presente estudo, para os quais seja apenas possível ter resultados da medição da altura do escoamento a jusante do ressalto.

ADEQUAÇÃO DOS DESCARREGADORES DE CHEIAS DAS BARRAGENS DO SISTEMA NISA. SOLUÇÕES PROPOSTAS

MANUEL de Sousa OLIVEIRA

Engº Civil, EDP Produção EM, Rua do Bolhão, 36 - 4º; 4000 Porto

manuel.oliveira@em.edpproducao.edp.pt

IRENE Ramos FERNANDES

Engª Civil, EDP Produção EM, Rua do Bolhão, 36 - 4º; 4000 Porto

irene.fernandes@em.edpproducao.edp.pt

José DIAS da SILVA

Engº Civil, EDP Produção EM, Rua do Bolhão, 36 - 4º; 4000 Porto

jose.diasilva@em.edpproducao.edp.pt

RESUMO: O Sistema Hidroeléctrico da Ribeira de Nisa, um dos primeiros a ser construído em Portugal, encontra-se em funcionamento há mais de 70 anos. Dando sequência ao estipulado na legislação portuguesa no âmbito da segurança de barragens (Regulamento de Segurança de Barragens e Normas associadas), foram efectuados estudos tendo como objectivo a revisão dos critérios de projecto dos descarregadores de cheias das três barragens que integram esse Sistema (Póvoa, Poio e Racheiro, numa sequência montante-jusante) e a definição de medidas para os adaptar a tal legislação.

Face às características das barragens e ao risco potencial a elas associado (considerado significativo), foi fixado o período de retorno de 1000 anos para as cheias de projecto das barragens da Póvoa e do Poio e 500 anos para cheia de projecto da barragem do Racheiro.

Realizado o estudo das cheias da ribeira de Nisa para estes períodos de retorno, concluiu-se que os caudais máximos obtidos são significativamente superiores (da ordem de 7 vezes no caso da Póvoa) aos considerados nos projectos de tais barragens, revelando-se insuficiente a capacidade de vazão dos descarregadores existentes face às novas cheias calculadas.

Para cada uma das três barragens do Sistema Nisa foram, então, analisadas a nível preliminar, várias soluções tendo em vista a adequação dos respectivos descarregadores de cheias. Preconiza-se uma solução global de intervenção que, além da minimização dos custos associados às obras a realizar, privilegia a fiabilidade e segurança da sua exploração, a minimização dos impactes ambientais e tem ainda em conta as medidas a implementar no âmbito da segurança estrutural das barragens. Tal solução, envolve:

- Na barragem da Póvoa, a manutenção do actual NPA=309,85 (fixado em 1997, aquando do reforço provisório da capacidade de descarga), a desactivação do descarregador de emergência e a construção, no descarregador principal (não equipado), de mais duas aberturas de grandes dimensões adjacentes à maior já existente. O caudal máximo descarregado passa do actual valor de 80 m³/s para cerca de 100 m³/s, sem ser excedido na albufeira o nível máximo (313,50) correspondente à cota do coroamento da barragem.
- Na barragem do Poio, o abaixamento do actual NPA=279,00 para a cota (277,50) (próxima dos níveis de exploração habitualmente praticados) e a substituição de todas as aberturas (algumas delas equipadas) do descarregador actualmente existente por uma soleira descarregadora não equipada. O caudal máximo descarregado passa do actual valor de 105 m³/s para 146 m³/s, sem ser excedido

na albufeira o nível máximo (279,75) correspondente à cota do coroamento da barragem.

- Na barragem do Racheiro, o abaixamento do actual NPA=198,25 para a cota (197,70) e a manutenção dos descarregamentos sobre o corpo da barragem (aumentando o desenvolvimento da soleira existente – não equipada) e através do descarregador da margem direita (retirando as comportas e substituindo todas as aberturas existentes por uma soleira única). O caudal máximo descarregado passa do actual valor de 60 m³/s para 170 m³/s (110 m³/s através do descarregador sobre a barragem e 60 m³/s através do descarregador da margem direita), sem ser excedido na albufeira o nível máximo (199,35) correspondente à cota do coroamento da barragem.

Na sequência destes estudos, está actualmente em fase de conclusão o Projecto Base de Reabilitação da Barragem da Póvoa, o qual envolve o reforço estrutural da barragem e a adequação dos órgãos de segurança. Relativamente a esta barragem, as Figuras 1 e 2 ilustram a situação existente e na Figura 3 apresenta-se a solução prevista para o reforço do descarregador de cheias.

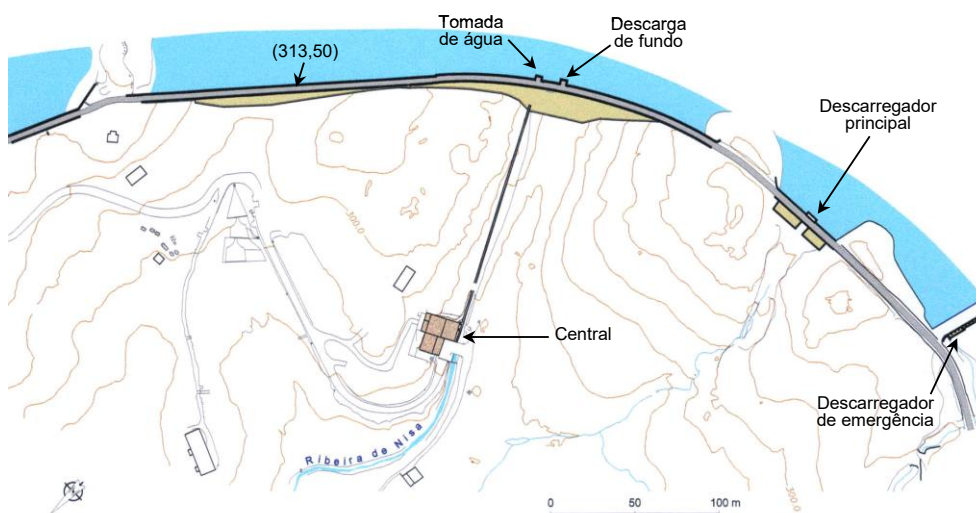


Figura 1 – Planta do escalão da Póvoa.

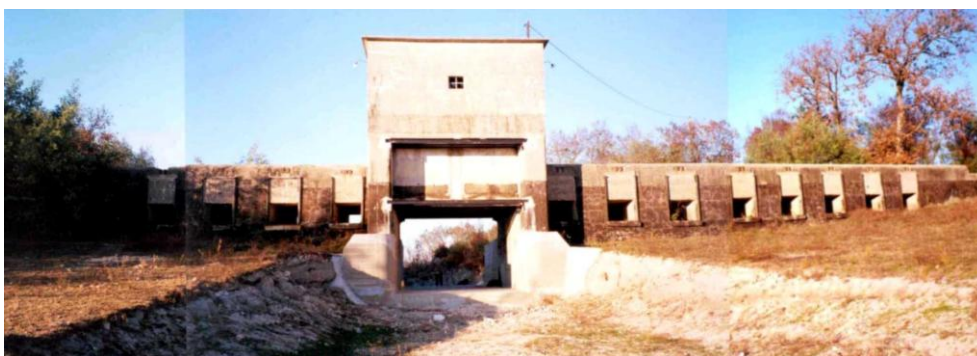


Figura 2 – Descarregador de cheias principal existente na barragem da Póvoa (vista de montante).

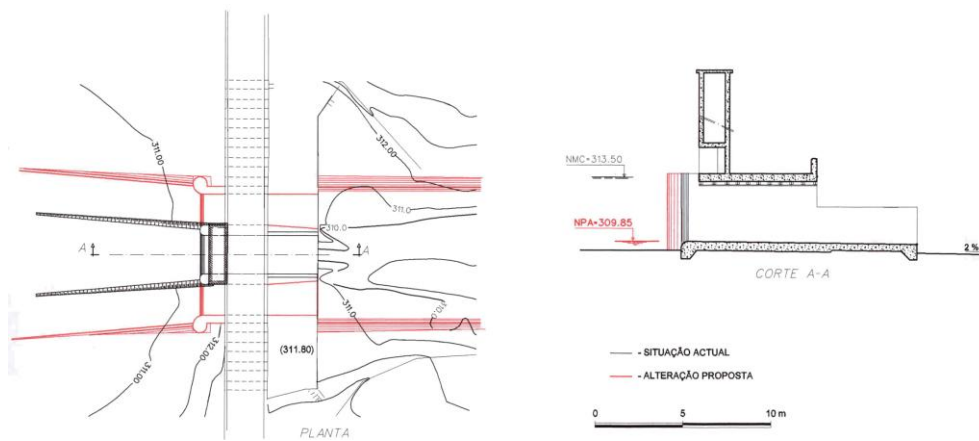


Figura 3 – Solução prevista para o descarregador de cheias da barragem da Póvoa.

DISSIPACÃO DE ENERGIA EM DESCARREGADORES DE CHEIA EM DEGRAUS. APLICAÇÃO A DESCARREGADORES COM LARGURA CONSTANTE E COM PAREDES CONVERGENTES

Margarida ANDRÉ e Pedro RAMOS

*Estudante finalista, Licenciatura em Engenharia do Ambiente, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa,
Tel: +351.21.8418145, Fax: +351.21.8497650, E-mail: guida_andre@hotmail.com; pcarvalhoramos@yahoo.com*

Jorge MATOS

*Prof. Auxiliar, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, Tel: +351.21.8418145,
Fax: +351.21.8497650, E-mail: jm@civil.ist.utl.pt*

RESUMO: Nas últimas duas décadas tem-se assistido a acentuado interesse na construção de descarregadores de cheias de barragens em degraus, o que se deve em grande parte à utilização da técnica do betão compactado por cilindros.

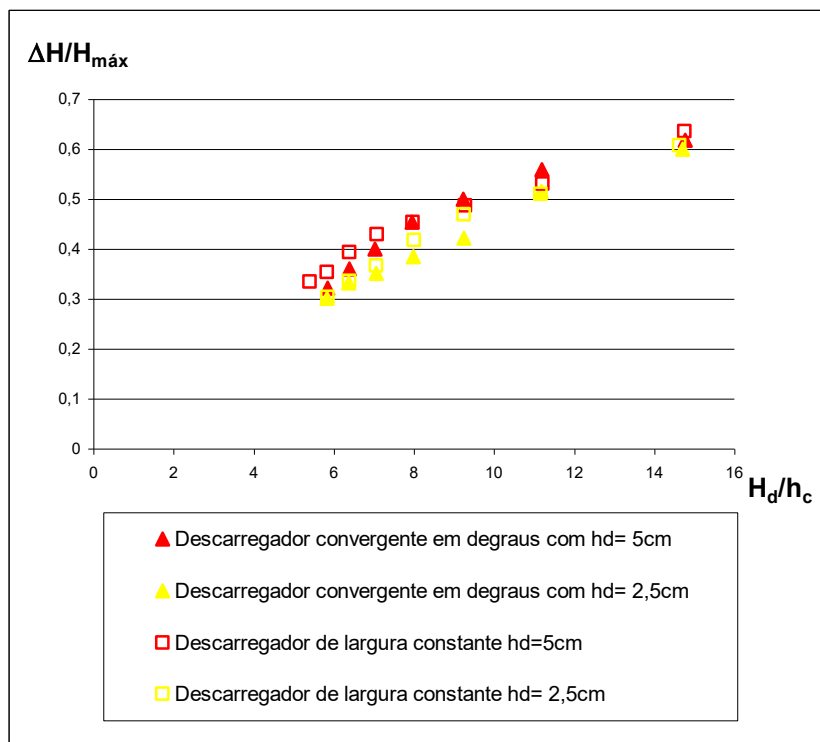
Uma variante na concepção de descarregadores de cheias em degraus que se afigura particularmente interessante, nomeadamente pela perspectiva de redução de custos, é a de descarregadores com paredes convergentes. Este tipo de solução não tem, contudo, sido objecto de apreciável aplicação prática, sendo ainda muito limitado o número de estudos teórico-experimentais desenvolvidos até ao presente. O facto de este tipo de solução não ser aconselhável em descarregadores com paramento convencional, devido à ocorrência de ondas estacionárias oblíquas, terá condicionado o interesse da sua aplicação a descarregadores com soleira em degraus.

A partir de ensaios experimentais levados a cabo numa instalação dotada de um descarregador em degraus, construída no laboratório de Hidráulica e Recursos Hídricos (LHRH) do Instituto Superior Técnico, procedeu-se ao estudo do funcionamento hidráulico de descarregadores em degraus com largura constante e com paredes convergentes, incluindo as condições de ocorrência que determinam os tipos de escoamento, as alturas do escoamento ao longo do descarregador e a energia específica residual do escoamento deslizando sobre turbilhões, bem como o ressalto hidráulico que ocorre na bacia de dissipação.

Os resultados do presente estudo mostram que a dissipação de energia em descarregadores em degraus com largura constante é duas a cinco vezes superior à verificada em descarregadores com paramento convencional, conclusão análoga à obtida por TOZZI (1992). Constata-se que a perda de carga pouco depende da altura dos degraus, embora seja maior no descarregador com degraus de maior altura. As diferenças relativas da perda de carga, para os dois descarregadores analisados, variam entre 4 e 17 %, sendo as maiores diferenças referentes aos maiores caudais.

Os resultados do presente estudo para os descarregadores convergentes permitiram obter conclusões idênticas às formuladas para os descarregadores com largura constante. A comparação da dissipação de energia nos descarregadores em degraus de largura constante e decrescente para jusante permite verificar que a perda de carga adimensionalizada não é substancialmente diferente nos dois tipos de descarregadores, apresentando diferenças relativas inferiores a 11%, sendo a média igual a 5% (Figura 1).

Os resultados apresentados na presente comunicação, conjuntamente com os obtidos por ANDRÉ e RAMOS (2003), relativamente ao desenvolvimento de ondas estacionárias oblíquas em descarregadores em degraus com paredes convergentes, permitem perspectivar que este tipo de solução venha a ser objecto de interesse em futuros projectos de descarregadores de cheias de barragens em degraus.



Nota: ΔH – perda de carga do escoamento ($\Delta H = H_{máx} - H_r$); H_r – energia específica residual; $H_{máx}$ – energia específica que corresponderia ao escoamento potencial na secção de jusante do descarregador, dada por $H_{máx} = H_d + 1,5 h_c$; H_d - altura medida entre a crista e a soleira da secção de jusante do descarregador; h_c - altura crítica do escoamento.

Figura 1 – Perda de carga adimensionalizada do escoamento deslizando sobre turbilhões em descarregadores de largura constante e em descarregadores convergentes.

RODAB: UM NOVO MODELO DE RUPTURA DE BARRAGENS BASEADO EM RESULTADOS EXPERIMENTAIS

Mário J. FRANCA

Mestre em Hidráulica e Recursos Hídricos, Laboratoire d'Hydraulique Environnementale – EPFL, 1015 Lausanne, Suíça, +41.21.6932386, mario.franca@epfl.ch

Frank BRAUNSCHEWIG

Mestre em Gestão, Ecologia e Modelação dos Recursos Marinhos, Maretec - Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, +351.21.4239016, frank.maretec@taguspark.pt

António B. ALMEIDA

Professor Catedrático, Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura - Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, +351.21.8418150, aba@civil.ist.utl.pt

RESUMO: O hidrograma de cheia resultante da ruptura de uma barragem constitui uma condição de fronteira para modelos hidrodinâmicos de simulação de cheias deste tipo de acidente. Um estudo experimental da ruptura de barragens de enrocamento está a ser desenvolvido no laboratório do CEHIDRO (Instituto Superior Técnico). Este estudo pretende complementar a escassa informação sobre a ruptura por galgamento de barragens em enrocamento; alguns resultados preliminares fornecem pistas para a compreensão da sua fenomenologia. A partir do estudo experimental desenvolveu-se um modelo numérico intitulado RoDaB (Rockfill Dam Breaching). O RoDaB, inicialmente concebido para estruturas em enrocamento, é um modelo computacional simplificado (*lumped model*) que pode ser utilizado para qualquer tipo de barragem em aterro. Tem como resultado um hidrograma de cheia consistente e contínuo, apropriado para a utilização em modelos de propagação de cheias nos vales a jusante de barragens. O modelo RoDaB recorre a três metodologias: totalmente empírica; semi-racional e racional. A primeira abordagem baseia-se no conhecimento *a priori* dos parâmetros da brecha (geometria final, tempo de formação e tipo de evolução da brecha). A metodologia semi-racional requer o conhecimento da geometria final da brecha mas a sua evolução é controlada pela erodibilidade do material da barragem. Por fim, na abordagem racional, toda a simulação é baseada nas características de erodibilidade do material da barragem. A metodologia de cálculo é baseada nas equações de esvaziamento de uma albufeira (*reservoir routing*) e numa equação de erosão da brecha. São apresentados resultados da calibração e simulação do modelo RoDaB para casos de estudo utilizando as três diferentes metodologias. O RoDaB tem um formato amigável de introdução de dados e de obtenção de resultados, permitindo a sua fácil e intensiva exploração a nível científico e a nível prático.

PALAVRAS-CHAVE: ruptura de barragem; barragens de aterro; modelação da brecha; modelo computacional

DESCARREGADOR EM DEGRAUS COM FORMAÇÃO DE RESSALTO: DIMENSIONAMENTO DE UM PROTÓTIPO CONCEPTUAL

Rita F. CARVALHO

Professora Auxiliar, DEC-FCT-Universidade de Coimbra, Polo II da Universidade - Pinhal de Marrocos

3030-290 Coimbra, +351.39.797150, ritalmfc@dec.uc.pt

Rui MARTINS

Investigador-coordenador (aposentado), LNEC, Av. do Brasil, 1800-213 Lisboa, +351.1.8443459

RESUMO: O uso de descarregadores em degraus generalizou-se ultimamente. Contudo, tem sido típica a sua utilização nos casos de barragens gravidade de betão compactado por cilindro, portanto com declive elevado. É muito menos frequente o caso em que há formação de ressalto em cada degrau, o qual implica declive baixo e para o qual não existem critérios de projecto, embora este tipo de descarregador seja conhecido desde os anos quarenta e haja circunstâncias em que a sua utilização se afigura recomendável.

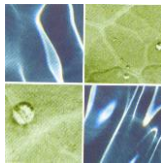
Na presente comunicação descreve-se um estudo que incide neste tipo de descarregador. A metodologia adoptada apresenta três vertentes:

- o estudo analítico, com base nas equações clássicas da hidráulica, conduzido na perspectiva de garantir a igualdade dos ressaltos que se formam em cada degrau;
- o estudo experimental, com base em um modelo físico com grande escala geométrica de um protótipo conceptual, no qual se procurou, designadamente, a redução de comprimento do ressalto e a maximização do caudal por unidade de largura;
- o estudo numérico, baseado nas equações de Reynolds-2DV, onde a superfície livre é representada usando um modelo refinado de advecção de fluido (VOF - Volume-Of-Fluid), a geometria complexa descrita com um modelo de representação de volumes parcialmente ocupados (FAVOR - Fractional Area-Volume Obstacle Representation) e a dinâmica da turbulência traduzida por um modelo RNG $k - \varepsilon$, com o qual se procurou traduzir o comportamento observado no modelo físico.

Como conclusões do estudo pôde verificar-se que é possível, mantendo formas hidráulicas relativamente simples, usar valores da relação h_c/H (h_c - altura crítica; H - altura do degrau) superiores aos que têm sido preconizados; são propostas algumas indicações para o dimensionamento hidráulico, quer baseadas em um conjunto de equações quer baseadas na observação do funcionamento do modelo físico.

Relativamente ao modelo numérico, este permitiu identificar em maior detalhe a estrutura turbulenta, tendo-se verificado uma boa aproximação com o comportamento observado na instalação experimental.

PALAVRAS CHAVE: descarregadores em degraus, ressalto hidráulico, estudo analítico, modelo físico, modelação hidráulica, sistemas de abastecimento de água.



7º Congresso da Água
Água – Qualidade de Toda a Vida

HIDROENERGIA

APROVEITAMENTO HIDROELÉCTRICO DE EL BORJ (MARROCOS) Concepção, dimensionamento e optimização do aproveitamento

António PEREIRA DA SILVA

Engº Civil, MSc Hidráulica e Recursos Hídricos, Director Adjunto do Serviço de Hidráulica da COBA, Av. 5 de Outubro, 323, 1649-011, Lisboa, +351.217925000, aps@coba.pt

Carlos LOPES GONÇALVES

Engº Civil, Director para as Actividades para o Exterior da COBA, Av. 5 de Outubro, 323, 1649-011, Lisboa, +351.217925000, c.l.goncalves@coba.pt

Carlos CARVALHO DIAS

Engº Civil, Serviço de Electromecânica da COBA, Av. 5 de Outubro, 323, 1649-011, Lisboa, +351.217925000, cd@coba.pt

VICENTE RODRIGUES

Engº Geólogo, Serviço de Geotecnia da COBA, Av. 5 de Outubro, 323, 1649-011, Lisboa, +351.217925000, vcr@coba.pt

RESUMO: O aproveitamento hidroeléctrico de El Borj ficará situado nas cabeceiras do rio Oum Er Rbia, em Marrocos, integrando uma barragem de derivação com uma altura máxima de 25 m e 270 m de desenvolvimento do coroamento, um circuito hidráulico composto por um túnel com 10,5 km de comprimento, uma chaminé de equilíbrio com 82 m de altura e uma conduta forçada com 210 m e por uma central com 21,3 MW de potência instalada.

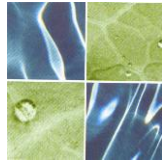
Na presente comunicação apresenta-se a metodologia utilizada para o dimensionamento e optimização global do aproveitamento. Apresenta-se igualmente a descrição das obras que o integram e as condicionantes que estiveram na base das soluções adoptadas, incluindo a selecção de equipamentos.

São focados os aspectos fundamentais da concepção, dimensionamento e optimização das diferentes estruturas do aproveitamento, nomeadamente:

- As alternativas analisadas e a solução adoptada para a barragem e seus órgãos hidráulicos, incluindo derivação provisória, descarregador de cheias, tomada de água e desarenador, que foram objecto de estudo em modelo reduzido.
- A definição do traçado em planta e perfil e a optimização do dimensionamento hidráulico (regime permanente e transitório) do túnel, chaminé de equilíbrio e conduta forçada.
- O número e tipo de grupos a instalar na central hidroeléctrica.

O Projecto para Concurso do aproveitamento foi elaborado para o “Office National de l’Électricité” (ONE) do Reino de Marrocos por um Consórcio liderado COBA que inclui também a empresa de consultoria marroquina PROJEMA. Algumas das componentes da obra encontram-se actualmente em fase concurso para construção.

PALAVRAS-CHAVE: hidroeléctrico, central, barragem, dimensionamento, equipamentos.



7º Congresso da Água
Água – Qualidade de Toda a Vida

HIDRÁULICA MARÍTIMA E GESTÃO COSTEIRA

APLICAÇÃO DE MODELOS NUMÉRICOS NO ESTUDO DE PROPAGAÇÃO DE ONDAS MARÍTIMAS EM ZONAS COSTEIRAS

Conceição FORTES

Eng. º Civil, LNEC, Av. do Brasil, 1700-066, Lisboa, +351.21.8443446, jfortes@lnec.pt

Maria da Graça NEVES

Eng. º Civil, LNEC, Av. do Brasil, 1700-066, Lisboa, +351.21.8443426, gneves@lnec.pt

Ana Catarina ZÓZIMO

Eng. º Ambiente, LNEC, Av. do Brasil, 1700-066, Lisboa, +351.21.8443756, aczozimo@lnec.pt

Alexandre B. COLI

Oceanógrafo, LNEC, Av. do Brasil, 1700-066, Lisboa, +351.21.8443756, abcoli@lnec.pt

José COVAS

Eng.º Civil, LNEC, Av. do Brasil, 1700-066, Lisboa, +351.21.8443445, acovas@lnec.pt

RESUMO: Descrevem-se, nesta comunicação, os modelos numéricos utilizados pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil em estudos de propagação e deformação de ondas marítimas em zonas costeiras. São abordados os modelos espectrais baseados na equação de conservação da irrotacionalidade do número de onda, BACKTRACK-REFSPEC e na equação de conservação da acção da onda, SWAN, que efectuam a propagação de espectros direccionais e podem ser utilizados em zonas de grande dimensão; e os modelos baseados na equação de declive suave ou nas suas variantes: REFDF e REFDF/S, de aplicação a zonas costeiras não tão extensas como nos modelos anteriores e onde a difracção em torno de obstáculos e a reflexão não sejam importantes e DREAMS e DREAMS_S, de aplicação mais restrita a portos, baías ou zonas abrigadas, que já têm em conta os efeitos combinados da refração-difracção e reflexão das ondas.

São descritas as características de cada modelo de forma resumida e são apresentados alguns exemplos da sua aplicação que ilustram o domínio de aplicabilidade de cada um destes modelos numéricos, as suas potencialidades e limitações. Estes modelos constituem ferramentas auxiliares do projecto de obras portuárias ou costeiras.

PALAVRAS-CHAVE – Zonas portuárias e costeiras, propagação de ondas marítimas, refração, difracção, reflexão, modelos numéricos, casos de estudo

DINÂMICA SEDIMENTAR DO TRECHO LITORAL PRAIA DA VIEIRA - PRAIA VELHA

Hidrodinâmica e transporte longitudinal de sedimentos

Filipa S. B. F. OLIVEIRA

Doutora em Eng. Costeira, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, foliveira@lnec.pt

Tiago C. A. OLIVEIRA

Engº Civil, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, tcoliveira@lnec.pt

Raquel SILVA

Engª Física, IH, Rua das Trinas, 49, 1249-093 Lisboa, raquel.silva@hidrografico.pt

Sérgio H. C. D. LARANGEIRO

Engº do Ambiente, IH, Rua das Trinas, 49, 1249-093 Lisboa, sergio.larangeiro@hidrografico.pt

RESUMO: Avaliou-se o transporte sedimentar longitudinal no trecho da costa Oeste Portuguesa entre a Praia da Vieira e a Praia Velha. As características morfológicas desta zona costeira e a existência de dados de agitação marítima observados durante um razoável período de tempo são requisitos da metodologia aplicada. Esta consistiu em modelação matemática dos processos físicos costeiros que contribuem para o transporte sedimentar que ocorre fora e dentro da zona de rebentação.

Executou-se uma análise detalhada da agitação marítima, principal agente responsável pelo transporte litoral, e avaliou-se a variabilidade do transporte longitudinal em função dos principais factores que determinam os processos físicos que o influenciam.

Os resultados obtidos permitiram conhecer a variação do transporte longitudinal ao longo do perfil transversal de praia, o seu valor médio anual, 1.1×10^6 m³, e quantificar outros parâmetros que caracterizam a zona costeira onde o transporte sedimentar induzido pelas ondas é significativo. Foi também avaliada a variação sazonal do transporte litoral e analisada a distribuição do transporte anual em função de sectores direccionais de incidência da onda e para cada sector direccional, em função de classes de distribuição da altura de onda. Dada a existência de uma barra ao longo do trecho em estudo, que confere características especiais à distribuição transversal do transporte longitudinal, avaliou-se o efeito da variação do nível do mar no transporte longitudinal. Analisou-se o efeito da redução do número de ondas representativas das componentes do regime de agitação no cálculo do transporte longitudinal, através da implementação de diferentes esquematizações do regime.

Avaliou-se também a influência de pequenas variações morfológicas, observadas no trecho em estudo, no transporte longitudinal.

PALAVRAS-CHAVE: Zona costeira, Agitação marítima, Transporte litoral.

DIMENSIONAMENTO DO MANTO DE QUEBRA-MARES DE TALUDES UTILIZANDO MÉTODOS PROBABILÍSTICOS DE NÍVEL II

Isaac Almeida de SOUSA

Estagiário, LNEC, Av. do Brasil, 1700-066, Lisboa +351 21 844 3912

João Alfredo SANTOS

Investigador Auxiliar, LNEC, Av. do Brasil, 1700-066, Lisboa +351 21 844 3451

Maria Teresa REIS

Bolseira de Investigação, LNEC, Av. do Brasil, 1700-066, Lisboa +351 21 844 3427

RESUMO: Descreve-se a verificação da segurança de quebra-mares de talude utilizando métodos probabilísticos de nível II. Nestes métodos, as grandezas das funções de falha que tenham um carácter aleatório são modeladas por distribuições normais equivalentes e independentes. Além disso, as funções de falha são linearizadas em torno de pontos sobre a superfície de falha.

Estudou-se o modo de falha por instabilidade hidráulica do manto de quebra-mares de taludes. Partiu-se de um pacote de cálculo probabilístico previamente existente (PARASODE) e incluíram-se novas subrotinas que incorporam as fórmulas de Hudson e de van der Meer para o dimensionamento dos elementos do manto de quebra-mares de taludes. Obteve-se assim o pacote PARASODEBALI que é descrito nesta comunicação.

Aplicou-se este novo pacote na verificação da segurança ao modo de falha por instabilidade hidráulica do manto do perfil corrente do molhe Oeste do porto de Sines, utilizando a fórmula de van der Meer para cubos.

Sintetizam-se no Quadro 1 os dados caracterizadores das variáveis aleatórias utilizadas no cálculo. Com as características da agitação indicadas neste quadro e utilizando o pacote PARASODEBALI, é possível calcular a probabilidade anual de falha do perfil corrente do molhe de Sines, para um nível de dano, N_{od} , seleccionado.

Quadro 1 Descrição das variáveis aleatórias utilizadas na fórmula de van der Meer para cubos.

Parâmetro	Distribuição	Média	Desvio Padrão	Limite Inferior
H_s	Weibull	6,15	1,76	3,07
Δ	Normal	1,39	0,0695	n.a.
N	Normal	3000	1500	n.a.
s_{om}	Weibull	0,041	0,013	0
a	Normal	1,0	0,1	n.a.

Face à correlação entre a altura significativa, H_s , e a declividade, s_{om} , obtida com os dados disponíveis de agitação marítima em períodos de temporal, aproximadamente igual a 0,4, averiguou-se a influência desta correlação nos resultados. Testaram-se duas situações distintas: uma considerando aquela correlação igual a 0,4 - curva “Correlacionadas” no gráfico abaixo - e outra considerando correlação nula, ou seja, H_s e s_{om} independentes - curva “Independentes” no mesmo gráfico.

Na figura seguinte encontram-se, sob a forma gráfica, os resultados da aplicação, no PARASODEBALI, dos dados do quadro anterior e considerando $D_n = 3,32\text{ m}$ - neste pacote o diâmetro nominal dos elementos do manto é um parâmetro e não uma variável aleatória - para níveis de dano, N_{od} , entre o início do dano ($N_{od} = 0$) e a exposição do filtro ($N_{od} = 2$).

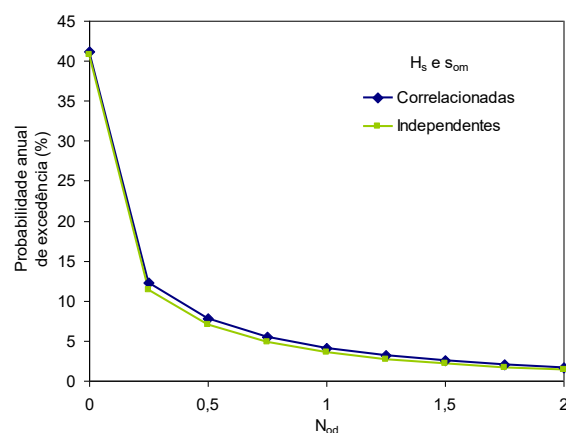


Figura 10 Curvas da probabilidade anual de excedência do nível de dano, N_{od} , para o manto do molhe Oeste do porto de Sines, calculada pela fórmula de van der Meer.

A figura mostra que a probabilidade de num dado ano ser excedido um nível de dano seleccionado decresce com o nível de dano, como seria de esperar pois só podem ser ultrapassados os níveis de dano mais elevados depois de terem sido ultrapassados os níveis mais baixos, um acontecimento cuja ocorrência deve ser muito elevada. A figura mostra também que a probabilidade anual de exposição do filtro do perfil corrente do molhe Oeste do porto de Sines é aproximadamente 1,55%. Então, assumindo que a passagem do tempo não afecta esta probabilidade e que cada ano é independente dos restantes, a probabilidade de num período de 50 anos o manto resistente se danificar a ponto de filtro ficar exposto, ou seja de ocorrer pelo menos um temporal capaz de causar tais estragos, é de 54,2%.

No que se refere à influência da correlação entre H_s e s_{om} na probabilidade de falha a figura mostra que considerar uma correlação de 0,4 não tem repercussões significativas nos valores da probabilidade de falha. A maior diferença, para $N_{od} = 0,5$, é inferior a um ponto percentual, sendo o andamento de ambas as curvas perfeitamente concordante.

PALAVRAS-CHAVE: Métodos probabilísticos de verificação de segurança de nível II, quebra-mares de taludes, molhe Oeste de Sines

INSPECÇÃO E DIAGNÓSTICO DO MOLHE OESTE DO PORTO DE SINES

João Alfredo SANTOS

Eng. ° Civil, LNEC, Av. do Brasil, 1700-066, Lisboa, +351.21.8443451, jasntos@lnec.pt

Luís Gabriel SILVA

Eng. ° Civil, LNEC, Av. do Brasil, 1700-066, Lisboa, +351.21.8443602, lgsilva@lnec.pt

Maria da Graça NEVES

Eng. ° Civil, LNEC, Av. do Brasil, 1700-066, Lisboa, +351.21.8443426, gneves@lnec.pt

Carlos SILVESTRE

Eng. ° Electrotécnico, DSOR/ISR – IST, Av. Rovisco Pais, 1, Torre Norte, Piso 8, 1049-001 Lisboa

Paulo OLIVEIRA

Eng. ° Electrotécnico, DSOR/ISR – IST, Av. Rovisco Pais, 1, Torre Norte, Piso 8, 1049-001 Lisboa

Antonio PASCOAL

Eng. ° Electrotécnico, DSOR/ISR – IST, Av. Rovisco Pais, 1, Torre Norte, Piso 8, 1049-001 Lisboa

Luís SEBASTIÃO

Eng. ° Electrotécnico, DSOR/ISR – IST, Av. Rovisco Pais, 1, Torre Norte, Piso 8, 1049-001 Lisboa

João ALVES

Eng. ° Electrotécnico, DSOR/ISR – IST, Av. Rovisco Pais, 1, Torre Norte, Piso 8, 1049-001 Lisboa

RESUMO: Este artigo tem como objectivo descrever o trabalho em desenvolvimento por uma equipa do LNEC e do IST com duas vertentes complementares: Utilização dos últimos avanços da tecnologia de posicionamento, navegação e controlo para o desenvolvimento de metodologias e ferramentas de inspecção precisa e eficaz da geometria de quebra-mares de talude; Desenvolvimento de metodologias de diagnóstico do estado de risco da estrutura que, a partir de medidas da evolução dos quebra-mares ao longo dos anos, permita ajudar na tomada de decisão de quando e como fazer intervenções na estrutura.

Assim, no âmbito deste trabalho está a ser desenvolvido um instrumento para a caracterização da geometria de quebra-mares de talude que é composto por uma sonda acústica com varrimento mecânico para mapeamento da parte da estrutura abaixo da linha de água e um sistema laser para levantamento da restante parte. Este instrumento está a ser testado na inspecção do quebra-mar de protecção do porto de Sines, tendo sido já efectuadas campanhas com um pré-protótipo para identificar as características dos aparelho necessárias à sua fácil utilização. A aplicação destas técnicas de inspecção de quebra-mares irá pôr à disposição dos técnicos meios para acompanhar a evolução temporal destas estruturas, permitindo localizar com precisão as áreas mais debilitadas.

Em Junho de 2003 ficou concluído o pré-protótipo do instrumento, denominado IRIS, para levantamento das partes emersa e submersa da envolvente do manto protector de quebra-mares de taludes. Este pré-protótipo embora permita somente realizar levantamentos da parte submersa da envolvente de quebra-mar de taludes, com precisão inferior ao do instrumento final, está a ser determinante na caracterização das especificações associadas à qualidade dos dados obtidos e à operacionalidade daquele instrumento. A seguinte série de três

fotografias mostra a colocação do pré-protótipo na água antes da realização do levantamento ao manto do molhe Oeste do porto de Sines, realizado em Junho de 2003. É de salientar a facilidade de manobra da estrutura, exemplificada nas fotografias, bem como a diversidade de embarcações onde a mesma pode ser utilizada.



Figura 3: Colocação do pré-protótipo na água

A partir do conjunto de testes efectuados verificou-se que o comportamento dinâmico da estrutura base do IRIS se mostrou apropriado não havendo a registar vibrações na estrutura induzidas pelo movimento da embarcação. Assim, na concepção do protótipo ÍRIS, para além da inclusão do laser, dever-se-ão somente realizar um conjunto de alterações na estrutura com o objectivo de facilitar o transporte e a montagem da mesma. Para além disso, e por questões de segurança, prevê-se também a introdução de um conjunto adicional de fusíveis mecânicos, que deverão ser concebidos com o objectivo de proteger o sonar e o laser, em caso de choque da estrutura com o fundo aquando da realização de levantamentos em águas pouco profundas.

As ferramentas e as técnicas de inspecção continuarão a ser exaustivamente testadas e desenvolvidas no quebra-mar do molhe oeste de Sines, que funcionará como primeiro caso de aplicação destas ferramentas (o segundo deverá ser o molhe do porto de Avilés, nas Astúrias). Prevê-se a realização de várias campanhas neste quebra-mar de forma a identificar e testar as modificações necessárias às ferramentas e algoritmos, de modo a garantir a qualidade dos dados obtidos.

PALAVRAS-CHAVE – Inspecção, quebra-mar, diagnóstico, porto de Sines

DISPERSÃO DE PETRÓLEO – METODOLOGIAS PARA A SUA PREVISÃO

José Chambel LEITÃO

*Eng.º Civil, Doutor; HIDROMOD; Taguspark-Núcleo Central, 349; 2780-920 Porto Salvo; tel: +351 214 211 373;
jleitao.hidromod@taguspark.pt*

Paulo Chambel LEITÃO

Eng.º Civil, Doutor; HIDROMOD; pchambel.hidromod@taguspark.pt

Frank BRAUNSCHWEIG

Eng.º Civil, Mestre; MARETEC/IST; frank.maretec@ist.utl.pt

Rodrigo FERNANDES

Eng.º Ambiente, MARETEC/IST; rfernandes.maretec@taguspark.pt

RESUMO: O transporte de produtos petrolíferos por via marítima e fluvial e a sua trasfega em instalações portuárias, implicam riscos de derrames acidentais. O impacte destes derrames nos ecossistemas é normalmente bastante significativo, afectando gravemente a qualidade da água e restringindo os seus usos.

No âmbito das acções de emergência que se sucedem à ocorrência de um derrame, importa ter previsões aproximadas da trajectória e dispersão das manchas resultantes do derrame. Esta previsão pode resultar de dois tipos de resultados: (1) cenários simulados anteriormente ou (2) simulação operacional.

O primeiro tipo de previsões está normalmente incluído em planos de emergência e destina-se a ser utilizado imediatamente após o início do derrame. Neste caso, os cenários são determinados em função de análises de risco e o número de situações simuladas é elevado. Aquando do derrame, todo este trabalho já está feito e apenas são consultados os resultados mais aproximados à situação em que ocorreu o derrame. Este tipo de previsões é também utilizado no âmbito de estudos de impacte ambiental.

O segundo tipo de previsões da localização das manchas é feito durante a ocorrência de um derrame e implica a necessidade de fazer previsões meteorológicas e hidrodinâmicas, complementadas por observações no local.

A maior ou menor eficácia e custo/benefício destes dois tipos de previsão, em cada acidente concreto, depende em grande parte da localização geográfica do derrame.

No presente artigo apresentam-se metodologias utilizadas em diferentes casos e com estes dois tipos de previsões. A hidrodinâmica e as alterações das propriedades do petróleo foram simulados com o sistema de modelos MOHID. Este sistema de modelos permite simular a hidrodinâmica no oceano ou em estuários bem como os processos de espalhamento, evaporação, dispersão na coluna de água, emulsificação e retenção na costa. Estes processos referentes ao petróleo são calculados com base em nuvens de traçadores lagrangeanos.

Os casos apresentados são de simulações efectuadas no âmbito de estudos de impacte ambiental, de planos de emergência e da modelação operacional do acidente do petroleiro Prestige.

PALAVRAS CHAVE: Dispersão de petróleo, Hidrodinâmica, Traçadores lagrangeanos, planos de emergência, modelação operacional

ESTUDO DAS PRESSÕES EXERCIDAS SOBRE UMA CONDUTA DE PEAD PROTEGIDA POR UM PRISMA DE ENROCAMENTO

Maria da Graça Neves

Eng^a Civil, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, +351.21.8443426, gneves@lnec.pt

RESUMO: Com o objectivo de melhorar o conhecimento da influência da estrutura de protecção de um emissário (no caso de protecção de enrocamento) no seu comportamento, realizaram-se uma série de ensaios em modelo físico no LNEC.

A estrutura ensaiada corresponde ao modelo à escala 1:20 do emissário de Santander, para o qual haverão dados de protótipo e dados de ensaios experimentais bidimensionais, e é composta por uma conduta de PEAD protegida por um manto com um núcleo de TOT e duas camadas de enrocamento de diferente diâmetro. Foram realizados 39 ensaios, 27 de agitação regular e 12 de agitação irregular, e foram testadas três direcções de propagação diferentes (90°, 45° e 0°). Em cada ensaio foram medidas as características da agitação em vários pontos junto ao manto de protecção (superfície livre e velocidade) e as pressões em oito pontos ao redor da tubagem.

Apresenta-se aqui o estudo da influência da variação da direcção de propagação nas pressões que actuam sobre a tubagem protegida por um prisma de enrocamento. Verificou-se que os máximos e mínimos, tanto de pressão como da velocidade horizontal, estão em fase com os correspondentes máximos e mínimos da superfície livre e que a envolvente dos picos de pressão máxima ao redor da tubagem apresenta um valor constante e igual à pressão instantânea. Verificou-se ainda que, de uma forma geral, há uma ligeira diminuição dos valores máximos de pressão à medida que o ângulo diminui, especialmente para baixos valores da profundidade relativa local.

PALAVRAS-CHAVE: ensaios, agitação, emissários, pressões, velocidades.

BASE DE DADOS DE AGITAÇÃO MARÍTIMA DA COSTA PORTUGUESA

Marta RIBEIRO

Estagiária de Informática, LNEC, Av. do Brasil, 1700-066, Lisboa, +351.21.8443756, mribeiro@lnec.pt

António GONÇALVES

Eng.º Informático, LNEC, Av. do Brasil, 1700-066, Lisboa, +351.21.8443446, agoncalves@lnec.pt

Rui CAPITÃO

Eng.º Civil, LNEC, Av. do Brasil, 1700-066, Lisboa, +351.21.8443688, rcapitao@lnec.pt

Conceição FORTES

Eng.º Civil, LNEC, Av. do Brasil, 1700-066, Lisboa, +351.21.8443446, jfortes@lnec.pt

RESUMO: Nesta comunicação, descreve-se o sistema informático SeaWaves. Este sistema tem por objectivo efectuar a gestão e a análise de dados de agitação marítima (alturas, direcções e períodos de onda).

O sistema SeaWaves baseia-se numa arquitectura cliente-servidor. Os dados são mantidos num servidor central de gestão de base de dados e manipulados através de uma aplicação cliente. Este tipo de arquitectura permite a potenciais utilizadores aceder aos dados armazenados e proceder a diferentes tipos de análise em simultâneo.

Apresentam-se também nesta comunicação vários exemplos de utilização do sistema SeaWaves, que ilustram as suas potencialidades e limitações como ferramenta auxiliar dos estudos de engenharia costeira e portuária realizados no LNEC.

PALAVRAS-CHAVE: Base de dados, dados de agitação marítima, regimes de agitação marítima.

PLANO DE ARRANJO DA ORLA COSTEIRA UOPG6 – PONTA DA CARRAPATEIRA

Miguel GAMBOA

*Geógrafo, Director de Projecto da PROCESL - Engenharia Hidráulica e Ambiental, Lda.
SintraCascais Escritórios-Rua da Tapada da Quinta de Cima-Linhó, 2714-555 SINTRA, +351-21-910 45 87, mgsilva@procesl.pt*

Luis Gravata FILIPE

Arquitecto, PAL - Planeamento e Arquitectura, Lda., Av. Defensores de Chaves, 23- 7º, 1000-110 LISBOA, +351-21- 354 62 93, lqf@pal.pt

RESUMO: No âmbito do Plano de Ordenamento da Orla Costeira Sines-Burgau (POOC Sines-Burgau), foram estabelecidas unidades operativas de planeamento e gestão (UOPG), cuja gestão deve obedecer às orientações consignadas no POOC, devendo ser elaborados planos que organizem os usos e actividades nessas unidades da orla costeira com o objectivo de protecção e valorização dos recursos existentes, designados por Planos de Arranjo da Orla Costeira (PAOC).

A UOPG6 – Ponta da Carrapateira localiza-se no concelho de Aljezur, no Parque Natural do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina (PNSACV), e abrange a faixa costeira entre as praias da Bordeira e do Amado. Trata-se de uma faixa costeira de elevada sensibilidade ecológica, com intensa procura das duas praias nos meses de Verão e dos pesqueiros durante largos períodos do ano, onde se observa escassez de infra-estruturas ou de equipamentos que satisfaçam a procura referida, e que regista actualmente uma acentuada degradação devida ao acesso desordenado ao rebordo das arribas por veículos automóveis e pelo estacionamento caótico que se observa na proximidade das duas praias e das arribas.

O PAOC que se apresenta foi promovido pelo Núcleo de Aljezur do PNSACV, encontrando-se em fase de aprovação. Contempla a elaboração dos planos das duas praias referidas (planos de praia) e do ordenamento do estacionamento e dos acessos aos pesqueiros existentes no trecho da orla costeira entre aquelas duas praias.

A elaboração do PAOC teve que atender às tipologias das praias e respectivos limites e capacidades de carga estabelecidos no POOC, procurando-se compatibilizar as várias sensibilidades em presença, através de soluções que garantissem a requalificação dos vários espaços, a fruição da orla costeira em condições de segurança, o aumento de atractividade da área e, simultaneamente, a protecção dos valores naturais.

Na presente comunicação apresentam-se as soluções de ordenamento desenvolvidas, abrangendo a localização e características funcionais dos equipamentos dos apoios de praia, saneamento, recuperação dunar, criação de acessos às praias e estacionamentos, limitação de acesso ao rebordo das arribas por veículos automóveis e definição de transporte ligeiro alternativo de acesso às praias, estabelecimento de plataformas e pequenos “fortins” de observação da orla costeira e da vegetação integrados num percurso interpretativo de ligação entre as duas praias, passando pelo Pontal da Carrapateira. Na Figura 1 apresenta-se a localização das principais intervenções.

Destacam-se também as acções de monitorização e vigilância que visam assegurar a manutenção e salvaguarda das infra-estruturas e equipamentos estabelecidos no PAOC, assim como a protecção dos recursos naturais.

PALAVRAS-CHAVE: Ponta da Carrapateira, Plano de praia, Ordenamento, Orla costeira, Apoios de praia.

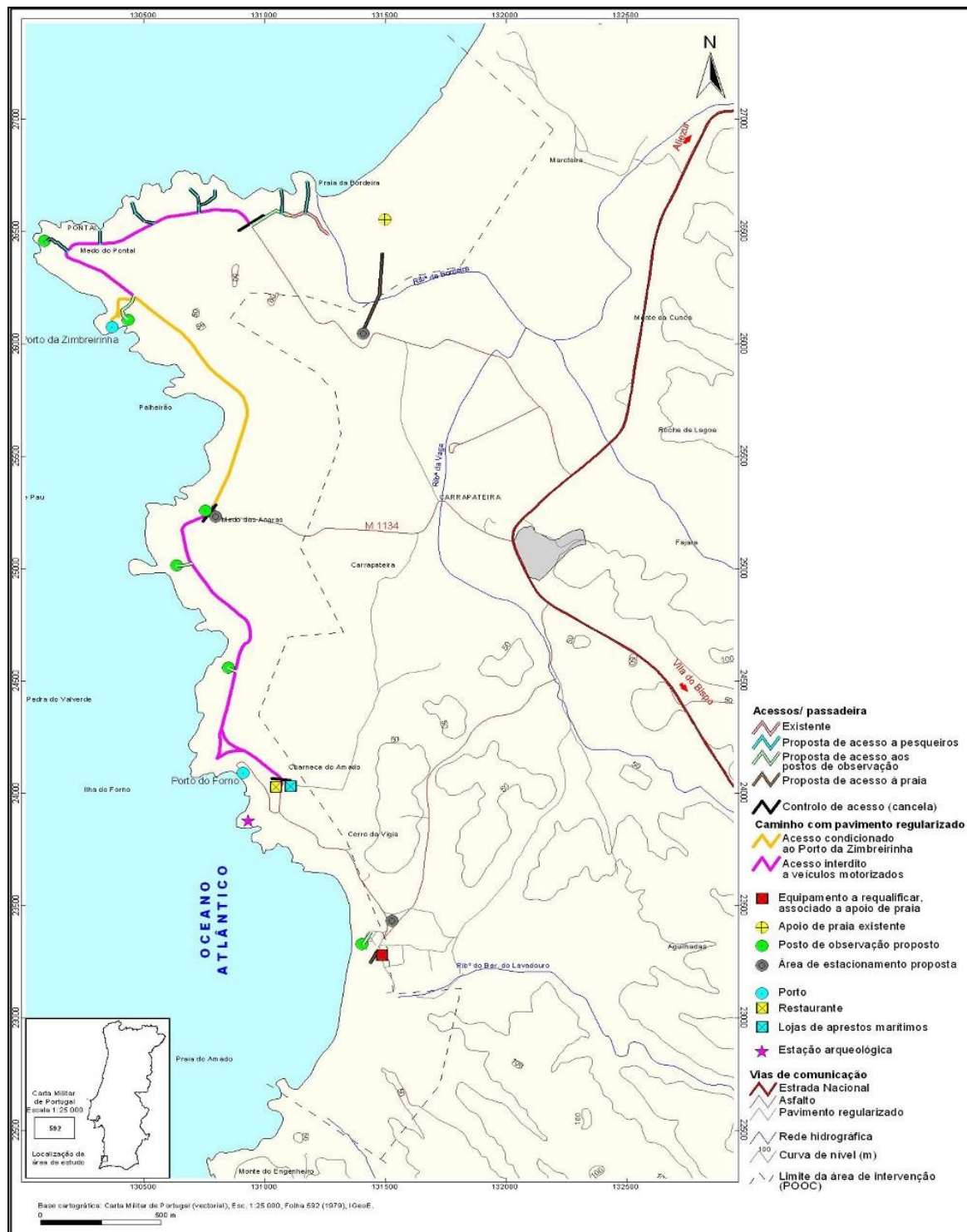


Figura 1 Localização e enquadramento das principais intervenções

APLICAÇÃO DE UMA FERRAMENTA SIG EM ESTUDOS DE PROPAGAÇÃO DE ONDAS MARÍTIMAS

Nuno CHARNECA

Eng. ° Biofísico, LNEC, Av. do Brasil, 1700-066, Lisboa, +351.21.8443885, ncharneca@lnec.pt

Ana Catarina ZÓZIMO

Eng. ° Ambiente, LNEC, Av. do Brasil, 1700-066, Lisboa, +351.21.8443756, aczozimo@lnec.pt

Conceição FORTES

Eng. ° Civil, LNEC, Av. do Brasil, 1700-066, Lisboa, +351.21.8443446, jfortes@lnec.pt

RESUMO: Nesta comunicação, apresenta-se o sistema de informação PROPAGA-SIG, que está em desenvolvimento no LNEC com o objectivo de automatizar rotinas de comunicação entre o ambiente de Sistema de Informação Geográfica e os modelos numéricos de propagação de ondas marítimas. Tal permite uniformizar os procedimentos, tanto de armazenamento e preparação dos dados de levantamentos hidrográficos, necessários para a utilização dos modelos numéricos, como de pós-processamento e armazenamento dos seus resultados.

Descrevem-se os progressos atingidos e as dificuldades encontradas até à actualidade no desenvolvimento das funções do sistema PROPAGA-SIG, quando aplicado ao caso da zona marítima adjacente ao porto de Sines. O modelo REFDIF foi o escolhido para efectuar a propagação de ondas marítimas desde o largo até junto à costa. É evidenciado sobretudo o papel dos Sistemas de Informação Geográfica numa nova abordagem de tratamento deste tipo de informação. Desta simbiose, resultam um considerável ganho de tempo ao nível do pré-processamento e novas capacidades de visualização e análise no pós-processamento dos resultados.

PALAVRAS-CHAVE – Sistemas de Informação Geográfica, Armazenamento e Processamento de Dados e Resultados, Levantamentos Hidrográficos, Zona Costeira, Modelos Numéricos.

SIG MIRA

Aplicação de um Sistema de Informação Geográfica ao Plano de Requalificação Ambiental e Ordenamento das Áreas Envolventes da Barrinha de Mira

Paulo J. SILVEIRA

*Finalista do curso de Engenharia do Ambiente da Universidade dos Açores, Estagiário na empresa HIDROPROJECTO Engenharia e Gestão
AS. Av. Marechal Craveiro Lopes, 6, 1749-010 Lisboa, +351.217513001, paulo_silveira78@hotmail.com*

RESUMO: Com o aparecimento e desenvolvimento de novas tecnologias começam também a ser solicitados novos tipos de soluções, que permitam uma maior fiabilidade dos investimentos realizados em áreas de conservação e recuperação ambiental. Em resposta a tais solicitações começam a ser desenvolvidos sistemas de *software*, nomeadamente, sistemas de gestão ambiental e de ajuda à tomada de decisões. Este tipo de sistemas pode, por exemplo, conter uma base de dados de leis e regulamentos ambientais, internacionais (como as directivas comunitárias ou acordos internacionais), legislação nacional e regional, ferramentas de avaliação económica e ambiental, sistemas de conhecimento e de precisão, e outros elementos de inteligência artificial.

A presente comunicação refere-se à elaboração de um sistema informático (denominado de SIG Mira) de gestão e apoio à tomada de decisões, com base no Projecto de Requalificação Ambiental e Ordenamento das Áreas Envolventes da Barrinha de Mira (PRAOAEMB), desenvolvido pela empresa HIDROPROJECTO Engenharia e Gestão S.A.

O SIG Mira além de uma base de dados de análises de água, oferece também ao utilizador mecanismos de actualização de dados, comparação dos resultados obtidos com valores impostos pela lei, cruzamento de informação cartográfica e alfanumérica de diversas áreas e consulta de informação pormenorizada sobre determinadas componentes e principal legislação associada.

A funcionalidade da aplicação desenvolvida incide sobre as principais áreas de intervenção do projecto: recuperação da massa de água da Barrinha de Mira, linhas de água afluentes e reajustamento dos espaços envolventes às mesmas e condicionantes das margens e zonas inundáveis.

PALAVRAS-CHAVE: SIG, cruzamento de informação, Barrinha de Mira, margens, zonas inundáveis

DINÂMICA SEDIMENTAR DO TRECHO LITORAL PRAIA DA VIEIRA - PRAIA VELHA

Caracterização de parâmetros morfodinâmicos

Sérgio H. C. D. Lorangeiro

Instituto Hidrográfico (IH); Rua das Trinas, 49, 1249-093 Lisboa; E-mail: sergio.lorangeiro@hidrografico.pt

Filipa S. B. F. Oliveira

Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC); Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa; E-mail: foliveira@lnec.pt

Rui Taborda

Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (FCUL/LATTEX); Campo Grande Ed. C2, 1749-016 Lisboa; E-mail: ruitaborda@fc.ul.pt

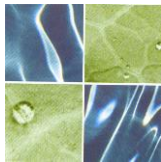
Raquel Silva

Instituto Hidrográfico (IH); Rua das Trinas, 49, 1249-093 Lisboa; E-mail: raquel.silva@hidrografico.pt

RESUMO: O modelo TRANSED (Transporte Sedimentar na plataforma), baseia-se na determinação de taxas de transporte médias, referidas ao período da onda, em função da intensidade dos mecanismos forçadores (ondas e correntes), do tipo de fundo (plano ou coberto por formas de fundo) e das características das partículas sedimentares. O modelo permite aplicar os métodos mais utilizados na descrição da camada limite de fundo em escoamentos combinados, na previsão das formas de fundo, e na quantificação dos parâmetros: concentração de referência e em suspensão, e transporte por arrastamento e em suspensão. O modelo foi aplicado em posições relevantes ao longo dum perfil transversal representativo do trecho da costa central Oeste Portuguesa entre a Praia da Vieira e a Praia Velha.

Realizou-se uma análise comparativa entre o modelo TRANSED e o modelo STP (do pacote LITPACK), de grande divulgação comercial, que incidiu particularmente sobre os perfis de concentração na vertical, e o transporte de fundo e em suspensão, na direcção colinear com a corrente de deriva litoral. Da análise destaca-se a boa concordância entre as estimativas do transporte sedimentar em suspensão, e a razoável concordância entre as estimativas do transporte total, registadas na posição do perfil transversal onde se prevê que o transporte sedimentar seja máximo: 9.7 e $15.4 \text{ m}^3\text{s}^{-1}\text{m}^{-1}$ para o modelo TRANSED e STP, respectivamente.

PALAVRAS CHAVE: Modelos de transporte sedimentar, escoamentos combinados, transporte de fundo, transporte em suspensão, dinâmica costeira



7º Congresso da Água
Água – Qualidade de Toda a Vida

ABASTECIMENTO E SANEAMENTO

ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS HIDRODINÂMICAS DE UM FILTRO BIOLÓGICO SUBMERSO DE FLUXO DESCENDENTE.

Influência da variação de cargas (hidráulica e orgânica)

António ALBUQUERQUE

Assistente, Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura, Universidade da Beira Interior, Covilhã, +351.275.329734, aa@alpha2.ubi.pt

Ana S. FERREIRA

Laboratório de Saneamento Ambiental, Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura, Universidade da Beira Interior, Covilhã

Fernando SANTANA

Professor Catedrático, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Monte Caparica, +351.21.2948300

RESUMO: A avaliação das características hidrodinâmicas de filtros biológicos é fundamental para a detecção de problemas de funcionamento e para o estabelecimento de procedimentos de operação, integrados na gestão de sistemas de tratamento de águas residuais que incluam aquelas infra-estruturas como unidades de tratamento. Realizaram-se séries de ensaios de traçagem, na ausência e presença de biomassa, a diferentes cargas (hidráulica e orgânica), para estudar potenciais mecanismos causadores de perturbações do escoamento.

Os resultados permitem constatar que, para os intervalos de cargas utilizados, ocorre forte dispersão ao longo do filtro, com maior amplitude na presença de biomassa a cargas crescentes de carbono, aproximando o regime do fluxo pistão. No troço superior do reactor (8 cm), a dispersão é muito forte, aproximando o regime da mistura completa. O comportamento do reactor, como é normal, está associado a diferentes contribuições de zonas com pouca mobilidade, zonas de volume morto e curto-circuito hidráulico, com variabilidade espacial e temporal, com reflexo na menor detecção de massa à saída.

A presença de zonas pouco activas parece ser mais representativa, nos ensaios sem biomassa, para qualquer velocidade de escoamento, quer na presença de biomassa, a cargas hidráulicas superiores a $0.39 \text{ m}^3 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$, observando-se menor resistência ao fenómeno difusivo. Para valores inferiores a $0.39 \text{ m}^3 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$, e nas condições referidas, verifica-se o oposto, contrariamente ao que seria previsível, assumindo maior importância a presença de volumes mortos e de curto-circuito hidráulico.

Discute-se a aplicabilidade de três soluções analíticas do modelo de *advecção-dispersão-reacção*, propondo-se uma interpretação das condições físicas de funcionamento do filtro, face às respostas mais representativas.

PALAVRAS-CHAVE: Filtro Biológico, Carga Hidráulica, Carga Orgânica, Dispersão.

MÉTODOS LAGRANGEANOS “*TIME DRIVEN METHOD*” E “*EVENT DRIVEN METHOD*” NA MODELAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA - ESTUDO DA SUA ADEQUABILIDADE -

Ana M. S. FERREIRA¹; José A. SÁ MARQUES²

¹ Mestre em Hidráulica, Eng.ª Civil, Assistente do Departamento de Engenharia Civil, Instituto Politécnico da Guarda, Av. Dr. Francisco Sá Carneiro, n.º 50, 6300-559 Guarda – Portugal; Tel.: 271 220 164; Fax: 271 220 150; e-mail: aferreira@ipg.pt

² Doutor em Eng.ª Civil, Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Coimbra, Pinhal de Marrocos (Pólo 2), 3030 Coimbra – Portugal; Tel.: 239 797 148; Fax: 239 797 123; e-mail: jasm@dec.uc.pt

RESUMO: Os projectistas e as entidades gestoras de água são confrontados com uma necessidade crescente de fornecerem água em quantidade e qualidade adequadas, não só por questões de protecção da saúde pública mas também devido à legislação ser cada vez mais restritiva e aos consumidores serem cada vez mais selectivos e exigentes com a qualidade da água que consomem.

Para fornecer água com qualidade adequada é necessário ter presente que ao longo dos sistemas de abastecimento ocorrem reacções físico-químicas e biológicas quer no seio do escoamento, quer na interface com as paredes das condutas. Essas reacções estão relacionadas, com a qualidade da água na origem, com a adequação dos sistemas de transporte, armazenamento e distribuição, com o material, idade e manutenção dos referidos sistemas.

Para simular o comportamento da qualidade da água ao longo dos sistemas de abastecimento é necessário conhecer a topologia do sistema, as condições hidráulicas do escoamento, as concentrações na origem das espécies químicas a modelar e possuir modelos matemáticos que caracterizem de um modo adequado os processos físicos envolvidos, nomeadamente a cinética de decaimento do cloro e o transporte efectuado pela água ao longo dos sistemas.

Para resolver os modelos matemáticos é necessário recorrer a métodos numéricos dado não ser possível a obtenção da solução exacta. Neste trabalho realiza-se um estudo comparativo entre os métodos numéricos Lagrangeanos “Time Driven Method” (TDM) e “Event Driven Method” (EDM) em termos de exactidão, n.º de segmentos gerados, tempo de execução e memória utilizada. É indicado o motivo de se obterem alguns valores menos correctos para a concentração de cloro nos nós do sistema quando aplicado o método numérico TDM. É proposta a utilização do método numérico EDM, dado não padecer do mesmo problema que o TDM, com melhoria no esquema de geração de segmentos de forma a torná-lo mais atractivo do ponto de vista computacional.

O estudo foi feito tendo por base o software EPANET 2.0, no qual foram realizadas algumas modificações, nomeadamente a implementação do método numérico EDM.

Analisaram-se dois exemplos cujas redes foram utilizadas por outros autores em estudos semelhantes, permitindo deste modo fazer uma comparação com os resultados publicados.

Para os dois exemplos faz-se uma análise comparativa dos valores obtidos pelos métodos numéricos TDM, EDM e pela solução teórica, não considerando decaimento do cloro. É realizada também uma análise comparativa entre os resultados obtidos pelos métodos numéricos TDM e EDM considerando decaimento de cloro.

Do estudo efectuado constatou-se que a concentração de cloro nos nós de junção obtida através do EDM é igual à da solução teórica. Os resultados obtidos pelo TDM afastam-

se da solução teórica, nomeadamente quando ocorre uma nova frente de concentração nos nós de junção.

Analisando a Figura 11, verifica-se que o EDM é muito mais sensível à tolerância do que o TDM, como se constata através do elevado número de segmentos gerados quando a tolerância é reduzida.

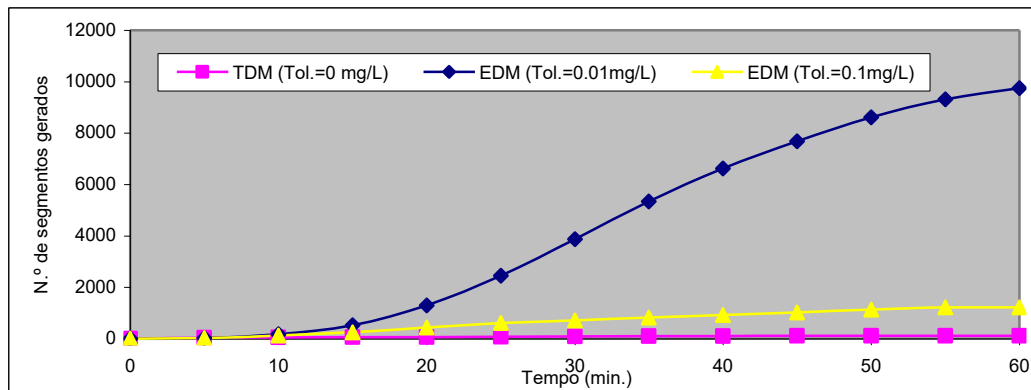


Figura 11- Evolução do número total de segmentos gerados pelos TDM e EDM

No sentido de tornar o método numérico EDM mais atractivo do ponto de vista computacional, foram feitas algumas adaptações ao critério de geração de segmentos de forma a limitar o número de segmentos gerados. Foram estudadas duas abordagens para esta questão: 1) só permitir gerar novos segmentos se o seu comprimento for superior a um valor pré-estabelecido; 2) considerar a tolerância para a qualidade da água como uma percentagem em vez de ser especificada em mg/L.

Pelo que se observa na Figura 12 os métodos que despenderam menos tempo de execução foram o TDM e o “EDM com tolerância em percentagem”, necessitando de apenas alguns milissegundos para efectuar o cálculo. Em relação à variação da concentração nos nós de junção devida à adaptação efectuada, não se detectam alterações significativas.

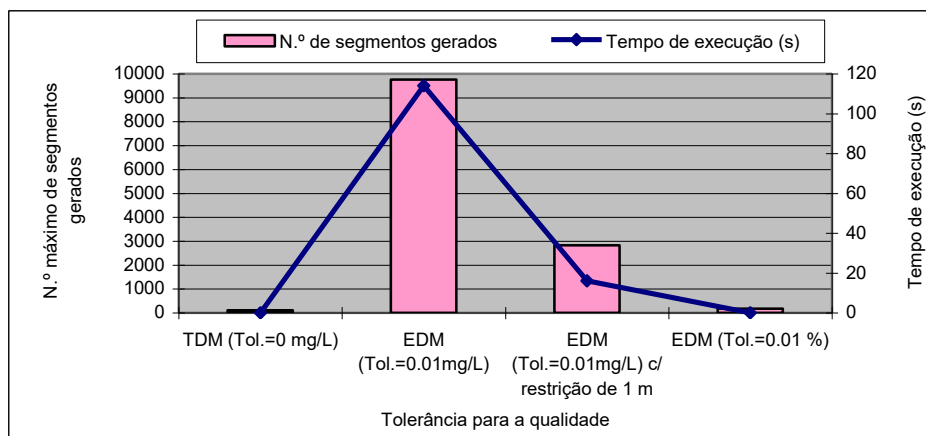


Figura 12 – Relação entre o valor máximo de segmentos gerados e o tempo de execução do programa

SUSTENTABILIDADE DE PEQUENOS SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS

Ana GALVÃO

Eng.º do Ambiente, Mestre em Gestão da Ciência e Tecnologia, IST, agalvao@civil.ist.utl.pt

José SALDANHA MATOS

Prof. Associado SHRH, DECivil, IST, Av. Rovisco Pais 1049-001 Lisboa, +351.21.8418371, jsm@civil.ist.utl.pt

RESUMO: Por causa do seu tamanho, e em regra, os pequenos aglomerados ou povoações não beneficiam dos efeitos de escala que tem lugar quando se constroem sistemas centralizados de saneamento que servem aglomerados de elevada dimensão.

De facto, em pequenos sistemas de drenagem e tratamento de águas residuais não é possível beneficiar das economias de escala que se verificam em grandes sistemas, pelo que os custos per capita de pequenos sistemas podem ser significativamente superiores aos de comunidades de maior dimensão. Deste modo, o conceito de soluções de tratamento sustentáveis para pequenos aglomerados envolve a utilização de tecnologias com baixo custo de construção e manutenção, mas que garantam simultaneamente eficiências de tratamento adequadas.

No âmbito das soluções sustentáveis para pequenos aglomerados, uma das tecnologias que têm apresentado uma utilização crescente nas últimas décadas refere-se aos sistemas de leitos de macrófitas para o tratamento biológico de efluentes.

Os leitos de macrófitas promovem o tratamento biológico das águas residuais através de processos naturais característicos de zonas húmidas ("wetlands" na terminologia anglo-saxónica), que ocorrem na vegetação, no solo e nos microrganismos associados. O primeiro sistema de leitos de macrófitas em grande escala construído na Europa entrou em operação em 1974 em Othfresen, na Alemanha. Desde então, mais de 1000 novas instalações foram já construídas por toda a Europa.

Os mecanismos que promovem a melhoria da qualidade do efluente são diversos, compreendendo, entre outros, processos como a sedimentação da matéria particulada em suspensão, a adsorção e trocas iónicas à superfície das plantas e em termos de acção microbiológica, a predação e morte natural dos microrganismos patogénicos.

Como mais valia adicional ao tratamento de águas residuais, os sistemas de leitos de macrófitas apresentam ainda a vantagem de oferecem "habitats" a pequenos animais característicos de zonas húmidas, para além da beneficiação da área envolvente, do ponto de vista estético e visual.

Nesta comunicação são apresentados e discutidos alguns indicadores de sustentabilidade para sistemas de tratamento de águas residuais convencionais (leitos percoladores e lamas activadas na variante de arejamento prolongado) e não convencionais (leitos de macrófitas) relativos a populações servidas inferiores a 2300 habitantes. Os indicadores analisados

referem-se a área total, volume de betão, potência instalada e custos de investimento por habitante servido.

As observações retiradas da análise efectuada confirmam como uma das principais vantagens do recurso a leitos de macrófitas diz respeito aos reduzidos custos energéticos associados, especialmente relevantes para populações inferiores a 500 habitantes. De acordo com os elementos recolhidos, para a mesma população servida, o volume de betão necessário para a construção dos órgãos de tratamento de soluções convencionais é cerca de 2 a 3 vezes superior ao das soluções com leitos de macrófitas, onde o recurso ao betão se resume essencialmente à construção civil dos órgãos de tratamento preliminar e primário.

Inserido na temática da sustentabilidade de soluções de tratamento para pequenos aglomerados, apresenta-se igualmente, de forma muito sumária, o projecto europeu ICREW – *Improoving Coastal and Recreational Waters for all*, destinado à apresentação de estratégias e soluções para a melhoria da qualidade das águas costeiras e recreativas nos países envolvidos: Portugal, Espanha, Irlanda, Reino Unido e França.

Este projecto, com duração prevista de três anos, foi aprovado no âmbito da iniciativa Atlântica INTERREG III-B – Atlantic Area, promovida e financiada pela Comissão Europeia, contando com diversos parceiros portugueses, entre os quais o Instituto Superior Técnico (através do Centro de Estudos de Hidrossistemas CEHIDRO) e a Câmara Municipal de Odemira. Estas duas entidades encontram-se envolvidas na acção-piloto 6, destinada ao estudo das soluções de tratamento mais adequadas para pequenos aglomerados.

As actividades a desenvolver contemplam a monitorização do comportamento hidráulico e ambiental de duas ETAR de leitos de macrófitas actualmente em funcionamento no concelho de Odemira, servindo as povoações de Fataca e de Malavado.

PALAVRAS-CHAVE: Águas residuais; leitos de macrófitas; saneamento; soluções convencionais sustentabilidade.

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE SISTEMAS EM PRESSÃO INTEGRADOS NUMA POLÍTICA DE GESTÃO SUSTENTÁVEL DE RECURSOS HÍDRICOS: CASO DE ESTUDO

Luiz ARAÚJO

Estudante de Doutoramento do IST, Prof. Adjunto da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Brasil, araujols@civil.ist.utl.pt

Eduardo MURINELLO

Eng.º Civil SMAS de Oeiras e Amadora, Av. Sá Carneiro, Oeiras, eamurinello@smas-oeiras-amadora.pt

Helena RAMOS

Profª do DECivil, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, +351 21 8418 151; helena.ramos@civil.ist.utl.pt

Sérgio T. COELHO

Eng.º Civil, Investigador Auxiliar do LNEC, Av. Brasil, 101, 1799, Lisboa, +351 21 8443617, STCoelho@lnec.pt

RESUMO: A modelação hidráulica tornou-se uma ferramenta auxiliar bastante importante aos gestores de sistemas de abastecimento de água, uma vez que permite a simulação de cenários para situações gerais e específicas, por forma a obterem-se respostas que auxiliem as manobras operacionais, sem comprometer a prestação de serviços à comunidade.

A fase de calibração e gestão das pressões, da Zona de Medição e Controlo (ZMC) da Laje, é efectuada com modelos próprios, que usam, internamente, o motor de simulação do EPANET para fazer o equilíbrio hidráulico da rede. Os modelos são capazes de contabilizar os consumos em cada nó como duas componentes: uma devido ao consumo efectivo e outra devido à fuga existente, bem como, otimizar a inserção, localização e ajustamento da abertura das válvulas, necessárias à optimização do desempenho do sistema, no que diz respeito às pressões. O próprio programa EPANET 2.0 é utilizado como ferramenta de apoio à simulação dos vários cenários analisados. É efectuada uma breve análise sócio-económica relativamente à sustentabilidade do sistema. Os modelos aplicados à ZMC apresentaram resultados interessantes que incluem a definição da melhor política de gestão de pressões a ser adoptada.

Esta ZMC serve uma população equivalente a 1500 habitantes, com consumo médio de 7,03 m³/h e fuga média estimada em 1,157 m³/h, para um período em estudo com consumo mínimo pontual de 1,29 m³/h e média mínima de 1,94 m³/h. Esta zona apresenta uma pressão média de 80 m c.a. à entrada da rede e uma pressão mínima no ponto mais crítico de 55 m c.a..

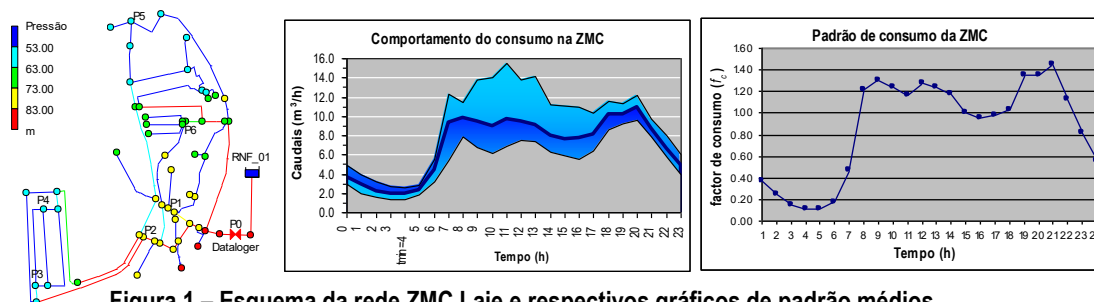
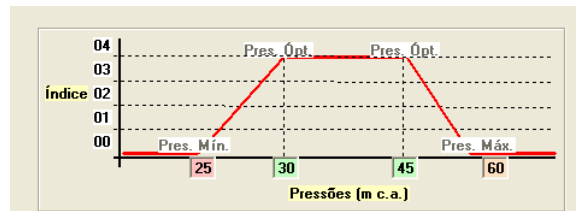


Figura 1 – Esquema da rede ZMC Laje e respectivos gráficos de padrão médios de consumos e factores de consumo unitário

A Figura 1 mostra a rede de distribuição, com o respectivo gráfico de padrão de consumo e os factores de consumo unitário, com o padrão de consumo calculado dividindo-se o consumo

médio ($\bar{Q}_i$) para o período estudado, pelo consumo de base ($\bar{Q}$). O menor caudal consumido ocorreu às 4 horas da manhã do dia 10 de Novembro de 2003.

Figura 2 – Curva de desempenho adoptada nas análises da ZMC Laje



Na Figura 3 observa-se que o desempenho da rede (baseado na curva de desempenho adoptada – Figura 2), relativamente ao volume de caudal consumido nos nós, para as condições sem controlo de pressões e após o controlo. Na Figura 4 A, B e C observa-se a distribuição espacial dos caudais de fuga, estimados pelo modelo com base no coeficiente de vazão calculado ($c = 1,06 \times 10^{-6}$), para a hora de menor consumo total ($t = 4$ h).

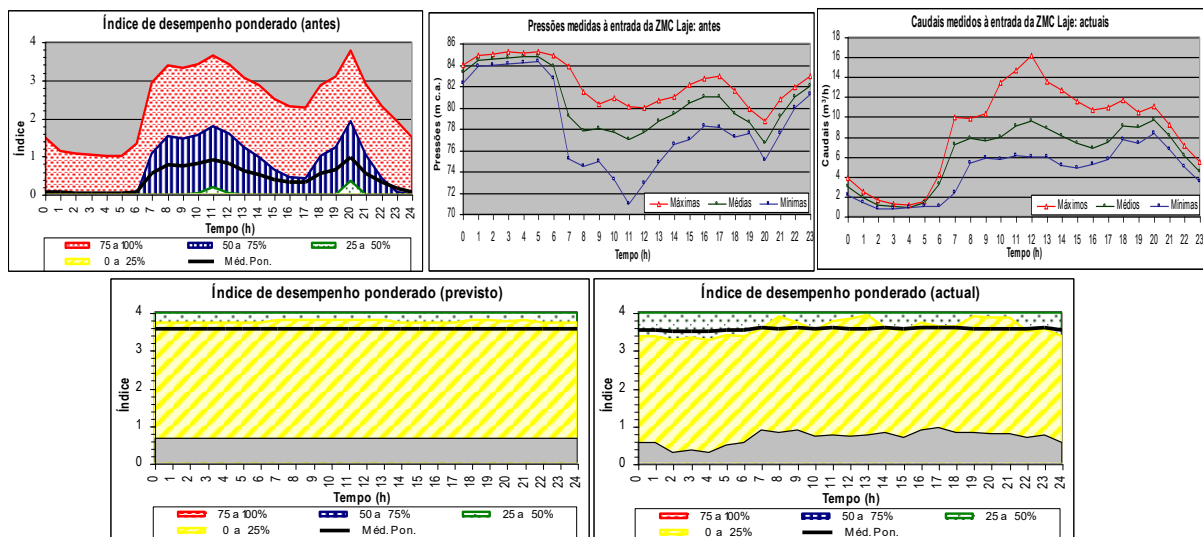
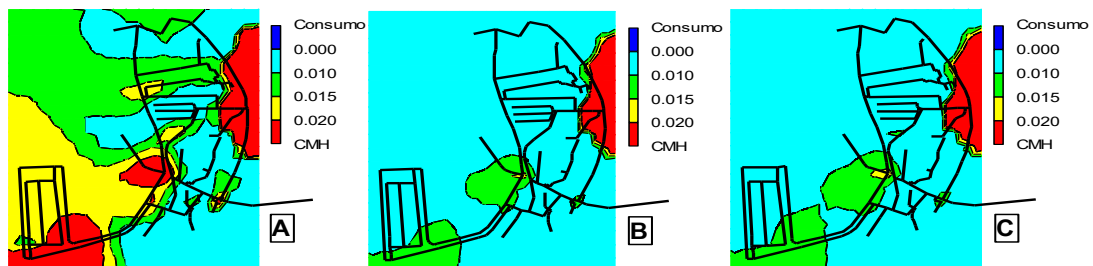


Figura 3 – Comportamento da ZMC Laje, no período anterior à aplicação do controlo das pressões (gráficos superiores) e após a inserção de uma VRP (gráficos inferiores)



Figuras 4 - Distribuição espacial dos consumos de fuga modelados, antes (A), posposta (B) e actual (C) para a hora de menor consumo total (4 h)

VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO. Determinação de trihalometanos

M. Helena REBELO

Farmacêutica, Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge, Av. Padre Cruz, 1649-016, Lisboa, 351.1.7519299, helena.rebelo@insa.min-saude.pt

A. Alexandra LOPES

Química Aplicada, Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge, Av. Padre Cruz, 1649-016, Lisboa, 351.1.7519299, alexandra.lopes@insa.min-saude.pt

Ana M. ALVES

Técnica de Análises Clínicas e Saúde Pública, Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge, Av. Padre Cruz, 1649-016, Lisboa, 351.1.7519259, lga.cqh@insa.min-saude.pt

M. Conceição LOPES

Técnica de Análises Clínicas e Saúde Pública, Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge, Av. Padre Cruz, 1649-016, Lisboa, 351.1.7519259, lga.cqh@insa.min-saude.pt

RESUMO: Os trihalometanos (THM) são compostos orgânicos halogenados produzidos durante a cloração de águas naturais contendo teores elevados de substâncias orgânicas oxidáveis. Estes compostos possuem potencial toxicológico elevado e são indicadores da presença de outros sub-produtos da cloração cuja identidade e toxicidade se desconhecem. Por estes motivos, a monitorização de THM na água clorada para consumo humano é fundamental.

Este trabalho pretende contribuir para o conhecimento 1) dos THM produzidos na desinfecção de águas subterrâneas destinadas ao consumo humano e 2) da importância dos teores de cloro e matéria orgânica presente na água bruta na formação destes compostos.

Para o efeito, foram seleccionados 3 sistemas de abastecimento público de pequena dimensão (população servida inferior a 2500 habitantes) pertencentes ao Distrito de Lisboa. A escolha destes sistemas justifica-se pelo facto de apresentarem habitualmente problemas específicos relacionados com deficiências a nível do tratamento instalado e a nível da monitorização da qualidade da água distribuída.

Quanto aos resultados obtidos, foram registados alguns valores de trihalometanos totais (THMT) que ultrapassam as recomendações da OMS e o valor paramétrico definido no Decreto-lei Nº 243/2001 de 5 de Setembro. Os teores de cloro livre foram muito variáveis ao longo do período de colheitas registando-se muitos valores inferiores ao mínimo recomendado pela OMS (0,5 mg/L). Os estudos de correlação efectuados entre as variáveis cloro livre / THMT e oxidabilidade / THMT indicam que a formação de THM depende da presença simultânea de matéria orgânica e cloro.

PALAVRAS-CHAVE: Trihalometanos, sub-produtos do tratamento, qualidade da água para consumo humano, cloração, desinfecção

REAREJAMENTO EM QUEDAS VERTICAIS EM COLECTORES. ESTUDO EXPERIMENTAL EM MODELO

Ana SOARES

Eng^a do Ambiente, anaalmsoares@hotmail.com

Jorge MATOS

Professor Auxiliar, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, 21.8418145, jm@civil.ist.utl.pt

Maria do Céu ALMEIDA

Investigadora Auxiliar, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Departamento de Hidráulica e Ambiente, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, 21.8443627, mc Almeida@lnec.pt

RESUMO: A manutenção de elevados valores da concentração de oxigénio dissolvido é importante para garantir condições de aerobiose em redes de drenagem de águas residuais, evitando a formação de gases tóxicos e odores indesejáveis e a potencial corrosão de materiais do sistema. A ocorrência de singularidades ao longo dos sistemas de drenagem de águas residuais, como quedas em câmaras de visita, contribui significativamente para o aumento da concentração de oxigénio dissolvido no escoamento, em resultado do emulsionamento de ar no escoamento a jusante da singularidade e posterior dissolução na água residual.

Por forma a aprofundar o conhecimento no domínio do rearejamento em quedas em colectores de águas residuais, efectuaram-se ensaios numa instalação experimental construída no Laboratório de Hidráulica e Recursos Hídricos do Instituto Superior Técnico.

A instalação experimental é constituída por dois trechos de secção circular, separados por uma estrutura de queda, de altura variável. O sistema, que funciona em circuito fechado, é abastecido por dois reservatórios localizados imediatamente a montante e a jusante dos trechos do colector, com água da rede pública. Os resultados foram obtidos para colectores horizontais, para valores da altura de queda compreendida entre 10 e 50 cm e caudais entre 1 e 4 l/s.

A medição da concentração de oxigénio dissolvido a montante e a jusante da queda foi efectuada com recurso a sondas de medição de oxigénio dissolvido, modelo Cell OX 325, e a sondas multiparamétricas, modelo YSI 556 MPS. A remoção do oxigénio dissolvido da água contida nos dois reservatórios foi efectuada através da adição de dois reagentes químicos, sulfito de sódio e cloreto de cobalto, procedimento adoptado por outros investigadores.

A razão de défices de oxigénio dissolvido r , definida como a razão entre os défices de oxigénio dissolvido a montante e a jusante da queda (POMEROY e LOFY, 1972) é usualmente utilizada como medida da eficiência de estruturas de queda no rearejamento

$$r = \frac{C_s - C_m}{C_s - C_j} \quad (1)$$

em que r é a razão de défices de oxigénio dissolvido, C_s a concentração de saturação de oxigénio dissolvido, C_m a concentração de oxigénio dissolvido a montante da queda e C_j a concentração de oxigénio dissolvido a jusante da queda. A correcção da razão de défices de

oxigénio dissolvido, para a temperatura de referência de 20°C, foi efectuada de acordo com GULLIVER e RINDELS (1993).

Na Fig. 1 apresentam-se os resultados experimentais da razão de défices de oxigénio dissolvido em função da altura de queda, adimensionalizada pela altura crítica (h_c/h_q). Na mesma figura inclui-se a Eq. (2), obtida a partir da expressão proposta por CHANSON (2002) para estimar o rearejamento em canais de secção rectangular com soleira em degraus

$$r_{20} = 1 + 0.001 \left(g \frac{h_q}{v^2} \right)^{0.153} \left(\frac{h_c}{h_q} \right)^{-0.494} \quad (2)$$

em que r_{20} é a razão de défices de oxigénio dissolvido à temperatura de 20 °C, h_q a altura de queda, h_c a altura crítica, g a aceleração da gravidade e v a viscosidade cinemática da água a 20°C.

A Fig. 1 permite observar que a Eq. (2) se ajusta relativamente bem aos resultados experimentais, pelo que se afigura aceitável para determinar a razão de défices de oxigénio dissolvido em quedas em colectores, seguidas de ressalto hidráulico a jusante.

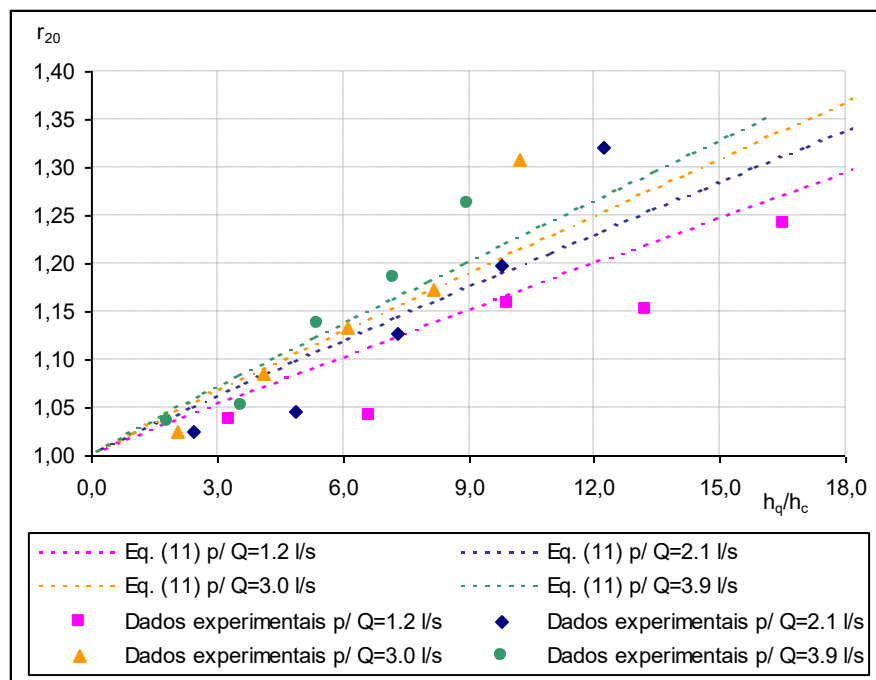


Fig. 1 – Razão de défices de oxigénio dissolvido: comparação entre os resultados experimentais e os estimados pela Eq. (2).

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO AMBIENTAL DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS URBANAS EM PORTUGAL CONTINENTAL

Alexandre FREIRE

Engenheiro do Ambiente (FCTUNL), Inspector do Ambiente (IGA/MCOTA), Lisboa, Portugal

Assistente Convidado (FCTUC-DEC, LHRHA), Coimbra, Portugal

Aníbal RAMOS

Engenheiro Químico (ISTUTL), Inspector do Ambiente (IGA/MCOTA), Lisboa, Portugal

RESUMO: O tratamento adequado das águas residuais urbanas constitui um desígnio nacional, no contexto da gestão sustentável e integrada dos recursos hídricos, cuja prioridade se viu reforçada através da aprovação da Directiva do Conselho n.º 91/271/CEE, de 21 de Maio de 1991 e da sua transposição para o direito interno. Partindo de uma amostra significativa do conjunto de ETAR existentes no território continental, sujeitas a inspecções ambientais durante os anos 2000 e 2001, seleccionadas de acordo com um conjunto de critérios, procura-se avaliar em que medida está a ser dado cumprimento aos normas de qualidade estipuladas na Directiva. Após identificação das metodologias de inspecção utilizadas e dos critérios de selecção das ETAR, procede-se à análise da distribuição geográfica das ETAR e da população servida, seguindo-se uma caracterização geral das ETAR, dos seus níveis e tipos de tratamento, da existência de soluções para a remoção de odores e dos modelos de gestão. Com base nos resultados analíticos obtidos na sequência de colheitas de amostras compostas de 24 horas de efluente bruto e tratado, identificam-se os níveis qualitativos de tratamento atingidos e confrontam-se os resultados analíticos obtidos com as disposições normativas e de verificação de conformidade, concluindo-se acerca do cumprimento dos níveis de qualidade exigidos na Directiva supracitada, sendo tida em consideração a classificação do meio receptor nos termos aí propostos (zonas sensíveis, zonas normais e zonas menos sensíveis). É apresentada uma síntese da situação actual relativamente ao licenciamento das descargas e à existência de programas de autocontrolo, sendo ainda identificados os principais problemas ao nível da exploração das ETAR, através de indicadores de desempenho. Apresentam-se as opções disponíveis ao nível da gestão de resíduos e de lamas sendo, por último, apresentada uma síntese das infracções identificadas no decurso das acções inspectivas e dos mecanismos accionados para a sua resolução.

PALAVRAS-CHAVE: ETAR, inspecção ambiental, tratamento de águas residuais urbanas, Directiva Comunitária n.º 91/271/CEE, de 21 de

ANÁLISE E AVALIAÇÃO DO EFEITO DE ESCALA SOBRE O HIDROGRAMA UNITÁRIO GEOMORFOLÓGICO PARA PEQUENAS BACIAS RURAIS

Abel M. GENOVEZ

Engo. Civil, FEC / UNICAMP, Cx. P. 6021, cep 13083-970 - Campinas – Est. São Paulo, Brasil – genovez@fec.unicamp.br

Fernando Sérgio A. COELHO

Engo. Civil, FEC / UNICAMP, Cx. P. 6021, cep 13083-970 - Campinas – Est. São Paulo, Brasil, Bolsista FAPESP, coelho@agro.unicamp.br

Ana Inês B. GENOVEZ

Engo. Civil, FEC / UNICAMP, Cx. P. 6021, cep 13083-970 - Campinas – Est. São Paulo, Brasil – bgenovez@fec.unicamp.br

RESUMO: O aproveitamento dos recursos hídricos das pequenas bacias hidrográficas tem aumentado e devido a isto tem crescido muito o estudo das vazões de enchente neste tipo de bacia. Em pequenas bacias hidrográficas rurais é grande a dificuldade de se obter dados de vazão. Na maioria dos casos não se dispõe de uma boa série histórica de vazões nestas bacias. Quando isto ocorre, pode-se utilizar métodos para obter a vazão máxima e ou hidrograma de enchente com base em dados de precipitação, que são normalmente encontrados. Quando for necessário obter o hidrograma de enchentes, um dos métodos mais utilizados é o que utiliza o hidrograma unitário (HU). Neste método a bacia hidrográfica comporta-se como um sistema linear e invariante no tempo, permitindo uma função de resposta constante. A função de resposta matematicamente mais acessível é aquela resultante da chuva em forma de um impulso unitário e é chamada de Hidrograma Unitário Instantâneo (HUI). Tendo-se o HUI, para uma dada chuva, a correspondente vazão de escoamento superficial pode então ser estimada. RODRIGUES-ITURBE e VALDÉS (1979) introduziram o Hidrograma Unitário Instantâneo Geomorfológico (HUIG). Esses autores desenvolveram uma nova concepção para o HUI com base em conceitos probabilísticos. O HUI é interpretado como a função densidade de probabilidade (fdp), do tempo de viagem de uma gota de água que cai em um determinado ponto da bacia. O tempo de viagem é o intervalo de tempo entre o instante em que a gota cai na bacia até o momento em que ela sai da mesma. Os autores consideram que a (fdp) dos tempos de viagem nos canais é exponencial. O HUI resultante é chamado Hidrograma Unitário Instantâneo Geomorfológico (HUIG). Esses autores conseguiram expressar várias probabilidades e parâmetros incorporados na análise, em termos de parâmetros geométricos representativos da geomorfologia de uma dada bacia e do que denominaram de velocidade média V do escoamento no sistema fluvial. Levando-se em consideração que o efeito da não linearidade seja bem maior em pequenas bacias e partindo-se da conclusão de GUPTA et al. (1980), de que o modelo linear poderia não ser válido para as mesmas, escolheu-se três pequenas bacias para a aplicação da metodologia. O objetivo deste trabalho é avaliar qual é o efeito da escala do mapa da bacia hidrográfica na avaliação do HUIG em pequenas bacias. Para a aplicação do método e análise do efeito da escala do mapa da bacia, utilizaram-se três bacias hidrográficas nas escalas 1:10.000, 1:50.000 e 1:250.000, com áreas de 38, 67 e 184 km², respectivamente, todas pertencentes ao Estado de São Paulo. Após a análise conclui-se que não se deve escolher grandes escalas para bacias com pequenas áreas, pois muitos detalhes da rede de drenagem são perdidos, comprometendo a precisão do método. Com relação ao efeito de escala, a escala de 1:50.000 é a mais adequada para as dimensões de bacias hidrográficas utilizadas neste trabalho.

PALAVRAS CHAVE : hidrograma unitário geomorfológico, hidrograma de enchente, vazão máxima, efeito de escala.

ASPECTOS TÉCNICOS E CONSTRUTIVOS ASSOCIADOS À REMODELAÇÃO DA TOMADA DE ÁGUA NA CAPTAÇÃO DE VALADA - TEJO

Carlos CARVALHO DIAS (COBA)

COBA, cd@coba.pt

José CRUZ MORAIS (COBA)

COBA, c.morais@coba.pt

LUÍS GUSMÃO (COBA)

COBA, l.gusmao@coba.pt

FRANCISCO SERRANITO (EPAL)

EPAL, fserran@epal.pt

FRANCISCO LUZ (EPAL)

EPAL, franluz@epal.pt

PAULO GRAVE (EPAL)

EPAL, pgrave@epal.pt

RESUMO: Na presente comunicação faz-se a descrição do projecto relativo à Remodelação da Tomada de Água na Captação de Valada, no rio Tejo. A construção desta captação teve por objectivo complementar a captação gravítica existente, permitindo melhorar significativamente as condições de adução para níveis de água baixos no rio.

A anterior solução de reforço da captação gravítica recorria a bombas instaladas numa jangada para elevar a água durante os períodos com níveis baixos no rio (com níveis altos a captação é efectuada graviticamente pela captação original). Embora funcional, esta jangada apresentou alguns problemas provocados quer pela deposição de sedimentos quer pelo impacto, durante as cheias, de detritos flutuantes. Para a sua resolução previu-se a instalação de captações amovíveis, podendo ser removidas quer para facilitar a limpeza de sedimentos quer para evitar o impacto de objectos flutuantes durante as cheias.

A nova captação é materializada por um caixão rectangular, construído junto à margem, no qual estão fixados quatro mastros de captação, em aço, com 12 m de comprimento, articulados na base e manobrados por servomotores. Estes mastros de captação alimentam quatro grupos electrobomba alojados no caixão, ferrados por um sistema de vácuo, os quais elevam a água até ao canal da captação gravítica existente.

A estrutura implanta-se nos níveis aluvionares marginais ao Tejo, de fraca consistência, tendo implicado soluções técnicas e procedimentos construtivos de alguma complexidade, até pelo facto de parte importante da empreitada ter decorrido em período de caudais elevados. Em fase de obra, houve ainda que adoptar um conjunto de medidas para adequar a solução às reais condições encontradas, sendo estes aspectos também objecto de tratamento nesta comunicação.

PALAVRAS-CHAVE: captação, equipamentos, dimensionamento, construção

VÁLVULAS REDUTORAS DE PRESSÃO E PRODUÇÃO DE ENERGIA

Helena RAMOS; Dídia COVAS

Prof. do DECivil, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-01 Lisboa, +351 21 8418 151; helena.amos@civil.ist.utl.pt

Luiz ARAÚJO

Estudante de Doutoramento do IST, Prof. Adjunto da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Brasil, araujols@civil.ist.utl.pt

RESUMO: As válvulas redutoras de pressão (VRP), como estruturas dissipadoras, são utilizadas nos sistemas hidráulicos (e.g., abastecimento e rega) como forma de uniformização e controlo das pressões, dando origem a uma perda de carga localizada, mediante a dissipação de energia hidráulica, através do abaixamento dos valores de pressão a jusante. Salienta-se o papel determinante destes dispositivos no controlo e redução de fugas. Ao controlar-se a pressão está-se ao mesmo tempo a controlar a ocorrência de fugas, uma vez que estas são uma função dependente da pressão ocorrida no sistema e constituem uma preocupação dos gestores dos sistemas de abastecimento e distribuição. A utilização de bombas a funcionar como turbinas (BT) em substituição de VRP, ou usadas conjuntamente, apresenta-se como uma solução alternativa, de baixo custo e favorável em termos ambientais, para o controlo localizado das pressões, assim como uma medida de mitigação relativamente às perdas energéticas do sistema, uma vez que existe um caudal garantido e que pode ser utilizado sem prejuízo dos consumos ou de outras utilizações.

Nestas últimas décadas, uma das principais preocupações dos gestores de sistemas de abastecimento de água tem sido a minimização de perdas de água que, na média mundial, atingem valores da ordem de 40% de toda água consumida. É a base da auto-sustentabilidade económico/ambiental dos sistemas de transporte de água, que passa pelo consumo de energia nos sistemas e pelo controlo da pressão.

Com vista à obtenção de soluções mais adequadas para a resolução de problemas relacionados com o controlo das pressões (i.e., utilizando válvulas redutoras de pressão (VRP) ou bombas/turbinas (BT)), desenvolveu-se uma metodologia constituída fundamentalmente por duas componentes: (1) a utilização do programa EPANET 2.0 (2000), para obtenção do equilíbrio hidráulico do sistema que se pretende analisar com a introdução da curva da perda de carga numa válvula (VRP) ou numa Bomba/Turbina (BT); (2) o desenvolvimento de um módulo de OPTIMIZAÇÃO de pressões que fará uso dos resultados gerados pelo programa EPANET 2.0 (2000), para resolver a função de optimização em termos de controlo de pressões (i.e. localização da VRP e grau de abertura ou tipo de BT).

Verifica-se que o efeito da BT é semelhante ao da VRP (Figura 1), apresentando ainda o benefício de poder produzir energia hidroelétrica. Os valores das pressões mínimas obtidos nos diferentes nós da rede são condicionados pela regulação da VRP ou pela curva característica adoptada para a BT.

Na Figura 2 apresenta-se o esquema da instalação experimental e nas Figura 3 e 4 as respectivas respostas em regime permanente e transitório da VRP e da BT, para diferentes condições de escoamento. Deste modo, o trabalho pretende evidenciar a importância de uma gestão integrada dos sistemas adução-distribuição, no que respeita à optimização de recursos (i.e., controlo de fugas e aproveitamento energético).

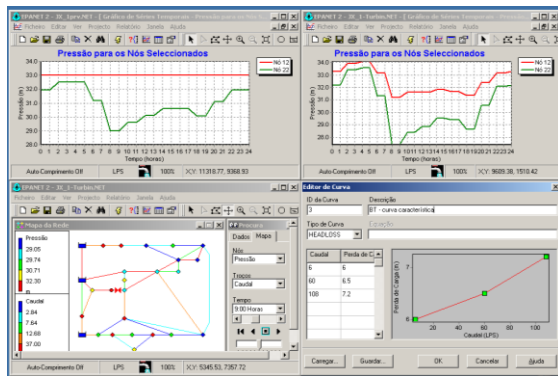


Figura 1. Simulação do funcionamento de uma VRP e de uma BT através do modelo EPANET. Respostas do sistema para a situação sem controlo e com controlo das pressões (VRP ou BT)

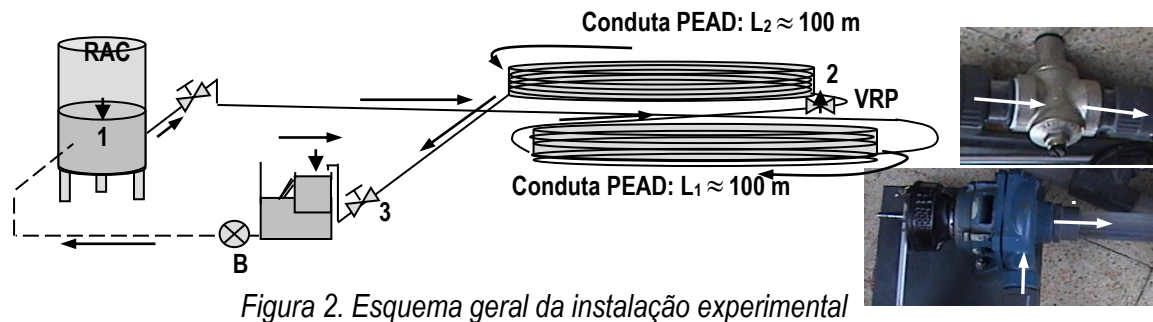


Figura 2. Esquema geral da instalação experimental

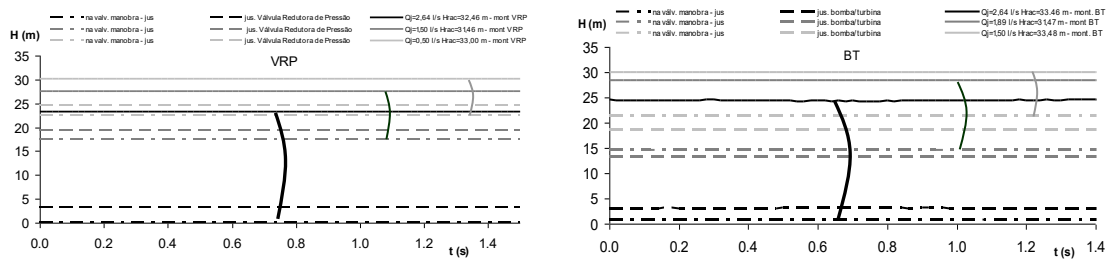
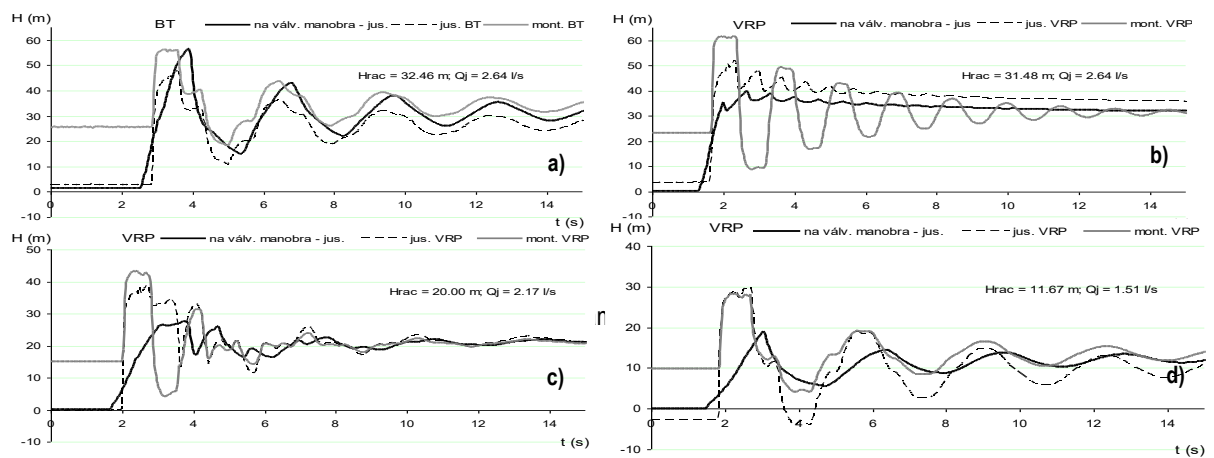


Figura 3 – Análise do comportamento de uma VRP e de uma Bomba a funcionar como Turbina (BT). Valores da perda de carga em função da carga a montante e do caudal escoado



fechamento rápido de uma válvula a jusante

INVENTÁRIO NACIONAL DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE ÁGUAS RESIDUAIS

Parte I – Objectivos e Enquadramento

INSTITUTO DA ÁGUA

RESUMO: Dada a experiência acumulada com inventários realizados no passado, conscientes das insuficiências de informação detectadas pelos Planos de Bacia Hidrográfica (PBH) e pelo Plano Nacional da Água (PNA), sobretudo ao nível da informação económico-financeira e tendo em conta o nível de responsabilidades assumidas actualmente pelo País perante a Comissão Europeia e outras organizações internacionais, tornou-se necessário o desenvolvimento do INSAAR - um projecto da iniciativa do Instituto da Água (INAG) – que têm por objectivo recolher e centralizar a informação relativa ao ciclo urbano e industrial da água tendo, para tal, desenvolvido uma Base de Dados alfanumérica e geográfica.

Este projecto contempla a inventariação de dados que permitam avaliar quantitativa e qualitativamente a utilização da água, a rejeição de efluentes no meio e os custos e receitas associados, no sentido de uma melhor gestão da água por parte da administração pública. Por outro lado, poderá auxiliar as entidades gestoras numa melhor gestão dos respectivos sistemas, visto que possibilita igualmente inferir as condições de dimensionamento e funcionamento das infra-estruturas, as áreas e as populações servidas e, ainda, os custos e as receitas associados. Este projecto vai permitir a divulgação de informação actualizada e, deste modo, motivar uma participação pública mais efectiva.

O INSAAR é um projecto com características inovadoras, com uma abordagem dinâmica, e foi concebido para permitir a actualização periódica de dados, a sua consulta permanente, o tratamento automático dos dados e a visualização imediata da informação gerada, tudo isto através de uma aplicação *on-line* disponibilizada via Internet.

PALAVRAS-CHAVE: INSAAR, Gestão da água, Sistemas de Abastecimento de Água, Sistemas de Drenagem e Tratamento de Águas Residuais

INVENTÁRIO NACIONAL DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE ÁGUAS RESIDUAIS

Parte II – Concepção e Desenvolvimento

INSTITUTO DA ÁGUA

RESUMO: A presente comunicação incide nas fases de concepção e desenvolvimento do Inventário de Sistemas de Abastecimento de Água e de Águas Residuais (INSAAR). O INSAAR assenta em duas Bases de Dados (BD), BD Alfanumérica e BD Geográfica, que se fundem na denominada BD INSAAR e surge da necessidade de compilar e organizar, num espaço único e de âmbito nacional, dados que respondam a questões pertinentes a um eficiente e rigoroso planeamento dos recursos hídricos.

Foram desenvolvidos Interfaces de Inserção de Dados, que permitem o preenchimento das BD Alfanumérica e Geográfica, e documentação de apoio a todas as “ferramentas” do INSAAR.

Este modelo permitirá, no futuro, a actualização periódica dos dados pelas próprias Entidades Gestoras dos Sistemas de Abastecimento de Água e Sistemas de Drenagem e Tratamento de Águas Residuais, evitando campanhas de trabalhos de inquérito regulares, demoradas e dispendiosas.

Os resultados do INSAAR podem ser apresentados de formas distintas, nomeadamente, como Listagens de Componentes, Fichas Individuais de Caracterização, Mapas, Relatórios ou Indicadores. A construção de indicadores fiáveis permitirá ao país contribuir, de forma credível, para as estatísticas nacionais e internacionais.

Encontram-se actualmente a decorrer os Trabalhos de Inquérito às Entidades Gestoras dos Sistemas, cuja execução está a ser assegurada por cinco Universidades, que deverão terminar ainda no primeiro semestre deste ano.

O sucesso deste projecto depende em boa parte do empenho e envolvimento de todas as Entidades Gestoras na resposta ao inquérito em curso, o qual permitirá, a breve trecho, que Portugal disponha de informação fiável, indispensável à gestão da água.

PALAVRAS-CHAVE: INSAAR, Sistemas de Abastecimento de Água, Sistemas de Drenagem e Tratamento de Águas Residuais, Base de Dados, Trabalhos de Inquérito

APLICAÇÃO DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA À LOCALIZAÇÃO DE SISTEMAS DE ÁGUAS RESIDUAIS

João Paulo LEITÃO

Eng.º do Ambiente, DECivil, IST, Av. Rovisco Pais, 1049-001, Lisboa, +351.21.8418350, jleitao@civil.ist.utl.pt

José SALDANHA MATOS

Prof. Associado SHRH, DECivil, IST, Av. Rovisco Pais 1049-001 Lisboa, +351.21.8418371, jsm@civil.ist.utl.pt

Alexandre GONÇALVES

Assistente, DECivil, IST, Av. Rovisco Pais, 1049-001, Lisboa, +351.21.8418336, alexg@civil.ist.utl.pt

João MATOS

Prof. Auxiliar, DECivil, IST, Av. Rovisco Pais, 1049-001, Lisboa, +351.21.8418350, jmatos@civil.ist.utl.pt

RESUMO: A presente comunicação diz respeito à contribuição dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para o traçado e localização de sistemas regionais de águas residuais para aglomerados populacionais com menos de 2000 habitantes. Pretende-se, desta forma, desenvolver uma ferramenta de apoio, na fase de estudo prévio, ao planeamento de sistemas regionais de drenagem de águas residuais. O objectivo último da ferramenta é definir a configuração de um sistema regional de tratamento, nomeadamente, definir o número de ETAR e suas localizações, e as povoações cujos efluentes são tratados em cada ETAR.

Acredita-se que este trabalho apresenta originalidade em Portugal, pois crê-se que não existem estudos que abordem este problema com o apoio dos SIG, e que envolvam os modelos de localização e algoritmos necessários ao funcionamento desses modelos.

Tendo em conta a evolução prevista no nível e percentagem de serviço de tratamento em Portugal, torna-se então premente a necessidade de desenvolver estudos técnicos e económicos na tentativa de solucionar o problema de identificação do número de ETAR a construir, bem como da sua localização.

Os modelos de localização têm sido propostos, há algum tempo, como ferramentas de auxílio à decisão, principalmente quando pode ser usada uma base de dados geo-referenciada. Nestes casos, os SIG podem representar uma importante mais valia na recolha e análise de dados e resultados. Depois de seleccionado o modelo de localização espacial e as heurísticas, foram implementados os algoritmos em Visual Basic for Applications® no ambiente do software ArcGIS®.

Para ilustrar a aplicação desses algoritmos de localização de ETAR foi desenvolvido um caso de estudo, numa área de atendimento na zona centro de Portugal.

PALAVRAS-CHAVE: ETAR, Modelos de localização espacial, Sistemas de águas residuais, Sistemas de Informação Geográfica, Sistema Multimunicipal Zêzere-Nabão-Raia.

MODELAÇÃO HIDRÁULICA DE ESCOAMENTOS PERMANENTES E VARIÁVEIS EM PRESSÃO *Método das Características “Adaptado”*

Jorge M. P. AMADO

Engenheiro Civil, Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Civil, Instituto Politécnico da Guarda, Av. Dr. Francisco Sá Carneiro, nº 50, 6300-559 Guarda – Portugal; Telefs: 271 220 120; Fax: 271 220 150; E-Mail:jwriter@ipg.pt

José A. S. MARQUES

Engenheiro Civil, Professor auxiliar do Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Pinhal de Marrocos, 3030 -290 Coimbra – Portugal; Telefs: 239 797 148; Fax: 239 797 123; E-Mail:jas@dec.uc.pt

RESUMO: É fundamental garantir a adequada concepção e funcionalidade dos sistemas de distribuição e utilização de água, de forma a viabilizar a sua exploração segura e eficaz, sob o risco de ser colocada em causa a eficiência dos diferentes usos públicos ou privados da água, com consequências nefastas para a saúde pública, qualidade de vida e segurança das comunidades.

Neste contexto, é inegável o contributo que a modelação numérica e computacional pode dar no sentido de responder aos desafios cada vez mais exigentes colocados pela sociedade em geral, e a comunidade técnica e científica em particular. Nesta perspectiva, pode dizer-se que na resolução das equações que regem o comportamento físico dos escoamentos nos sistemas de distribuição de água, têm, na maioria das situações, sido consideradas condições de regime permanente ou quasi-permanente, dado que a modelação em regime variável, além de muitas vezes complexa, se torna muito mais exigente em termos de esforço computacional, tanto no respeitante ao tempo necessário à execução do cálculo como ainda relativamente à memória requerida.

Assim, uma vez que a modelação dos escoamentos em regime dinâmico se aproxima mais da realidade física dos escoamentos, além de por vezes se tornar essencial a sua utilização, no presente trabalho pretende dar-se um contributo para fazer face a alguns inconvenientes que apresentam os modelos dinâmicos, mormente o *Método das Características* (MOC). Nesta conformidade, criou-se e implementou-se uma estrutura de cálculo ajustando o referido *Método*, de modo a conseguir com o mesma, tempos de cálculo e necessidades de memória computacional mais baixas, sem que no entanto sejam colocadas em causa o rigor das soluções a alcançar. Na estrutura de cálculo procuraram-se boas performances na resolução de sistemas mais simples e mais complexos, procurando-se ainda com a mesma estrutura de cálculo resolver equilíbrios hidráulicos correspondentes às situações de regime permanente, quasi-permanente e variável.

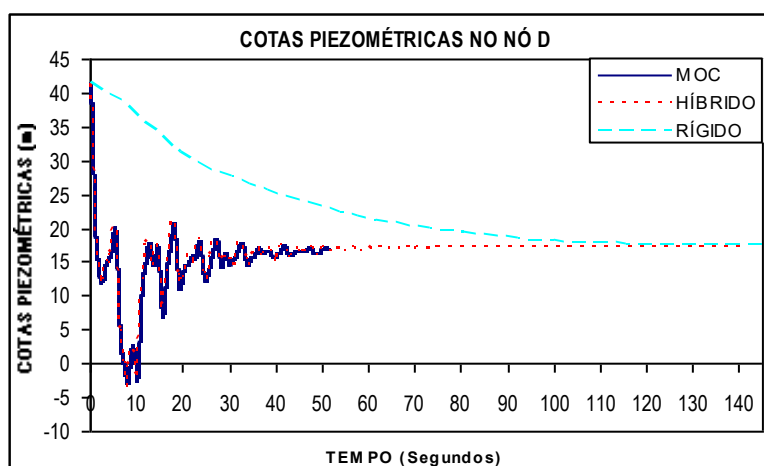
Na aplicação do MOC à obtenção do equilíbrio hidráulico respeitante a regimes permanentes utilizou-se a simplificação sugerida por SHIMADA (1988). Na aplicação do MOC à modelação de escoamentos correspondente a situações de regimes variáveis considerou-se o *Modelo Rígido* e o *Modelo Elástico*, sendo que, para o modelo elástico foi considerado o modelo puramente elástico e um modelo *Híbrido* (elástico e rígido) desenvolvido pelos autores.

A rede considerada no caso de estudo é uma adaptação da rede de VARDY e CHAN (1983) e no primeiro “ensaio de cálculo computacional” foram comparados os tempos de execução e memória requerida para obter o equilíbrio hidráulico respeitante às condições de regime permanente, considerando o modelo proposto por SHIMADA, o Modelo Rígido, o Modelo Híbrido proposto pelos

autores, e o Modelo Elástico (MOC). Nesta comparação foi ainda incluído um modelo de cálculo baseado no método de Newton Rapshon com controlo do passo aplicado à formulação dos nós, Line Search. Na tabela a seguir apresentam-se os valores dos resultados obtidos.

Modelo Utilizado	Memória Requerida (K)	Tempo de Execução			
		$\Delta Q_i \leq 1E-4$ (m ³ /s) $\Delta H_i \leq 1E-4$ (m)	$\Delta Q_i \leq 1E-6$ (m ³ /s) $\Delta H_i \leq 1E-6$ (m)	$\Delta Q_i \leq 1E-10$ (m ³ /s) $\Delta H_i \leq 1E-10$ (m)	$\Delta Q_i \leq 1E-12$ (m ³ /s) $\Delta H_i \leq 1E-12$ (m)
Line Search	1020	0.01 seg	0.01 seg	0.01 seg	0.01 seg
TMA Shimada	760	0.01 seg	0.01 seg	0.01 seg	0.01 seg
Rígido	884	0.02 seg	0.02 seg	0.03 seg	0.04 seg
Híbrido	912	0.44 seg	0.65 seg	1.12 seg	1.38 seg
Elástico (MOC)	1524	5 min 36.81 seg	9 min 9.30 seg	17 min 12.42 seg	22 min 21.18 seg

No segundo “*ensaio*” de cálculo foram comparados os tempos de execução e memória requerida para obter o equilíbrio hidráulico correspondente ao regime permanente, e os valores dos caudais e cotas piezométricas ao longo do tempo, quando num determinado nó se procede a uma solicitação de caudal criando uma situação de escoamento em regime variável. São utilizados os Modelo Rígido, o Modelo Híbrido proposto e o Modelo Elástico (MOC), sendo que, as condições iniciais consideradas foram as correspondentes ao equilíbrio hidráulico final do primeiro “*ensaio*”. No gráfico da figura a seguir é apresentada a evolução das cotas piezométricas ao longo do tempo no nó onde foi efectuada a solicitação de caudal.



Da análise do quadro e do gráfico apresentado, pode concluir-se que o MOC aplicado à obtenção do equilíbrio hidráulico correspondente às condições de regime permanente TMA (*Time-Marching Approach*) incluindo a metodologia proposta por SHIMADA, se mostrou competitivo relativamente à solução obtida pelo modelo em que se aplica o método *Line Search*, relativamente ao tempo necessário ao processo de cálculo e à memória requerida ao mesmo.

Em sistemas complexos e com características físicas muito distintas nos diferentes elementos dos sistemas, mormente em termos de “*rigidez*”, a utilização clássica do MOC pode tornar-se incontrolável em termos de esforço de cálculo e memória requerida ao processo. No

presente trabalho propõe-se uma metodologia para ultrapassar o referido problema, conseguindo-se muito melhores performances do MOC em termos de tempos de execução e memória requerida, sem que no entanto diminua de modo significativo a precisão dos resultados na determinação das variáveis hidráulicas.

MODELOS DETERMINÍSTICOS E ESTOCÁSTICOS PARA O DIMENSIONAMENTO OPTIMIZADO DE SISTEMAS ADUTORES ELEVATÓRIOS DE ÁGUA

Júlio F. FERREIRA da SILVA

*Prof. Auxiliar do Departamento de Eng^a Civil da Universidade do Minho, Azurém 4800-058 Guimarães, Portugal
253510207, juliofs@civil.uminho.pt*

José M. Pereira VIEIRA

*Prof. Catedrático do Departamento de Eng^a Civil da Universidade do Minho, Azurém 4800-058 Guimarães, Portugal
351 253 604722, jvieira@civil.uminho.pt*

Naim HAIE

*Prof. Associado do Departamento de Eng^a Civil da Universidade do Minho, Azurém 4800-058 Guimarães, Portugal
253510205, naim@civil.uminho.pt*

RESUMO: Neste trabalho divulga-se um algoritmo para a concepção e dimensionamento de sistemas de abastecimento de água que incorpora ferramentas de simulação dos parâmetros base e técnicas de optimização. Com recurso à ferramenta de simulação de Monte Carlo são gerados os elementos base, designadamente as solicitações de água, os custos de investimento e os encargos de exploração. Concebe-se a tarefa de dimensionamento como um procedimento de apoio à decisão que se baseia na análise dos diversos resultados do algoritmo de optimização. Apresenta-se a formulação matemática do problema. Em cada simulação, o objectivo consiste em determinar o diâmetro da adutora que maximiza os resultados e que respeite as restrições técnicas. A equação resultante para a função objectivo e as restrições são não-lineares. Referem-se os algoritmos de optimização que poderão ser usados para o cálculo diâmetro *óptimo*. Descreve-se a metodologia desenvolvida.

O interesse da formulação proposta é demonstrado com exemplos de aplicação. Emprega-se a metodologia na definição de fórmulas de pré-dimensionamento e no estabelecimento de funções de custo que quantifiquem os investimentos e os encargos de exploração em função do caudal de projecto. Estes resultados são elementos indispensáveis para modelos de optimização que definam a implantação e as políticas de exploração de sistemas de abastecimento de água.

PALAVRAS-CHAVE: Abastecimento de água, Planeamento e dimensionamento optimizados de sistemas elevatórios de água.

MODELAÇÃO DINÂMICA EM SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

Nuno E. SIMÕES

Assistente Estagiário, DEC-FCT-Universidade de Coimbra, Pólo II, Pinhal de Marrocos, 3030-290 Coimbra, Portugal, +351239717129, nunocs@dec.uc.pt;

Alfeu SÁ MARQUES

Professor Auxiliar, DEC-FCT-Universidade de Coimbra, Pólo II, Pinhal de Marrocos, 3030-290 Coimbra, Portugal, +351239717148, jasm@dec.uc.pt;

Rita F. CARVALHO

Professora Auxiliar, DEC-FCT-Universidade de Coimbra, Pólo II, Pinhal de Marrocos, 3030-290 Coimbra, Portugal, +351239717150, ritalmfc@dec.uc.pt.

RESUMO: Num sistema de distribuição de água os consumos são variáveis ao longo do tempo, pelo que, os caudais que circulam nas condutas apresentam variações e consequentemente, existem flutuações de pressões. Tradicionalmente o estudo dos sistemas de distribuição de água era efectuado em condições de regime permanente uniforme para a situação que se considerava mais desfavorável. Com os actuais meios computacionais torna-se possível e acessível tentar reproduzir o que se passa na realidade ao longo do tempo, deixando de se fazer uma caracterização estática para se efectuar uma caracterização dinâmica.

Os modelos de simulação dinâmica têm como objectivo a obtenção das condições hidráulicas do funcionamento do sistema modelado, ao longo de um período de tempo. Com este tipo de modelos é possível criar um filme que retrata a resposta do sistema a diferentes acções. Podem ser classificados em modelos inerciais e modelos não inerciais. Os modelos inerciais têm em conta a inércia do movimento do fluido através dos elementos do sistema, utilizando um par de equações diferenciais, resultantes da aplicação das equações da continuidade e quantidade de movimento ao escoamento nas condutas. Consoante se considere ou não os efeitos elásticos quer do fluido quer dos componentes do sistema temos o modelo inercial elástico e o modelo inercial rígido respectivamente. O modelo não inercial não é um verdadeiro modelo de simulação dinâmico, mas sim um modelo em regime quase-permanente no qual são efectuados um conjunto de equilíbrios hidráulicos com condições de fronteira a variarem no tempo, sendo essas condições de fronteira os níveis dos reservatórios e/ou acessórios em que se especifica o seu estado.

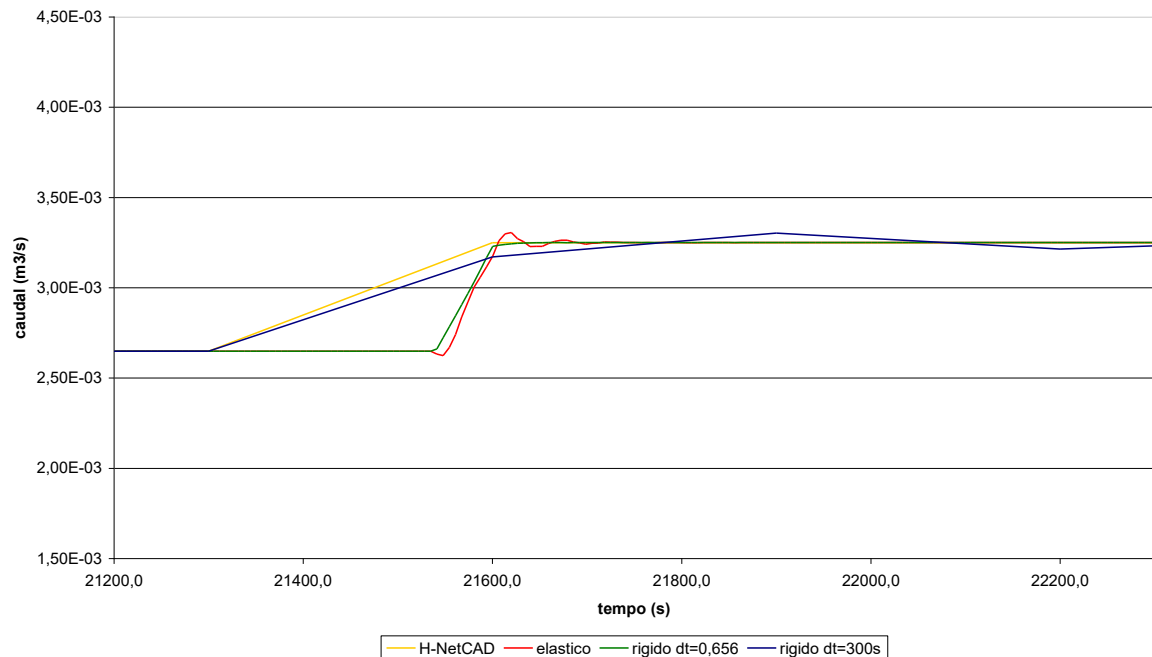
O método numérico utilizado para a integração das equações do modelo elástico é o método das características (MOC). No modelo rígido tem-se um sistema de equações não lineares, obtidas pela aplicação da formulação dos troços, que após linearização do termo da perda de carga são resolvidas pelo método de Gauss. O software H-NetCAD v2.0 é um programa comercial editado pela Imprensa da Universidade de Coimbra, e foi usado para calcular o modelo quase-permanente. Recorrendo à formulação dos nós e ao método do gradiente conjugado resolve o sistema de equações não lineares.

Os vários métodos são comparados em termos de precisão e esforço de cálculo num sistema constituído por um reservatório de montante, R_1 , de nível variável ao qual aflui um caudal aduzido e um reservatório de extremidade, R_2 , de nível variável e sem caudal aduzido., 10

condutas em PVC, das quais algumas têm caudal de percurso e num nó existe uma indústria. Os caudais têm variações ao longo do dia e é feita uma simulação para um período de 24 horas.

No método das características as variáveis dependentes foram calculadas com discretizações de 2, 4 e 8 pontos de cálculo na conduta mais curta, no modelo rígido com intervalos de tempo de 300s, 10s e 0.656s e no H-NetCAD v2.0. com um intervalo de tempo de 300s.

Todos os métodos têm uma precisão idêntica, apresentando, no entanto, diferenças consideráveis quando existem variações de caudal solicitadas pela rede.



Resultados da aplicação dos diferentes métodos na quantificação do caudal na conduta 5.

O modelo elástico apresenta algumas limitações em termos de tempo de cálculo, podendo o modelo rígido tornar-se uma boa opção. O H-NetCAD v2.0. também apresenta bons resultados mas é bastante penalizado em termos de tempo, uma vez que, sendo um programa comercial contém um série de opções que o penalizam em termos de rapidez de cálculo e memória utilizada.

PALAVRAS CHAVE: modelação hidráulica, modelos inerciais, modelos não inerciais, modelo rígido, modelo elástico. sistemas de abastecimento de água

AQUALINGUA – UM DICIONÁRIO TÉCNICO PARA O SECTOR EUROPEU DA ÁGUA

Paula VIEIRA

Engª Química, Assistente de Investigação do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. do Brasil 101, 1700-066 Lisboa, +351 1 8443848, pvieira@lnec.pt

Sérgio TEIXEIRA COELHO

Engº Civil, Investigador Principal do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. do Brasil 101, 1700-066 Lisboa, +351 1 8443836, stcoelho@lnec.pt

Rita RIBEIRO

Engª Zootécnica, Estagiária de Investigação do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. do Brasil 101, 1700-066 Lisboa, +351 1 8443707, rribeiro@lnec.pt

Dália LOUREIRO

Engª Civil, Bolseira do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. do Brasil 101, 1700-066 Lisboa, +351 1 8443617, dloureiro@lnec.pt

RESUMO: O vocabulário técnico e os conceitos específicos utilizados correntemente no seu sector da água são frequentemente difíceis de transpor a nível internacional, verificando-se uma necessidade de quebrar certas barreiras linguísticas e facilitar a permuta de conhecimentos técnicos nos diversos países europeus.

Por outro lado, mesmo a nível nacional, a terminologia e conceitos relativos ao mesmo tema revelam alguma necessidade de iniciativas de normalização e unificação, facto que se verifica em muitos países europeus.

No presente texto é feita a apresentação dos resultados do projecto europeu

Aqualingua, financiado pelo Programa Leonardo da Vinci da UE e concluído no ano de 2003, cujo objectivo foi o desenvolvimento de uma ferramenta de apoio à troca de informação técnica entre profissionais de diferentes nacionalidades dentro da Europa, nos seguintes domínios:

- produção de água para consumo humano;
- distribuição de água para consumo humano;
- drenagem de águas residuais;
- tratamento de águas residuais;
- tratamento de lamas;
- tecnologias de saneamento para pequenos aglomerados.

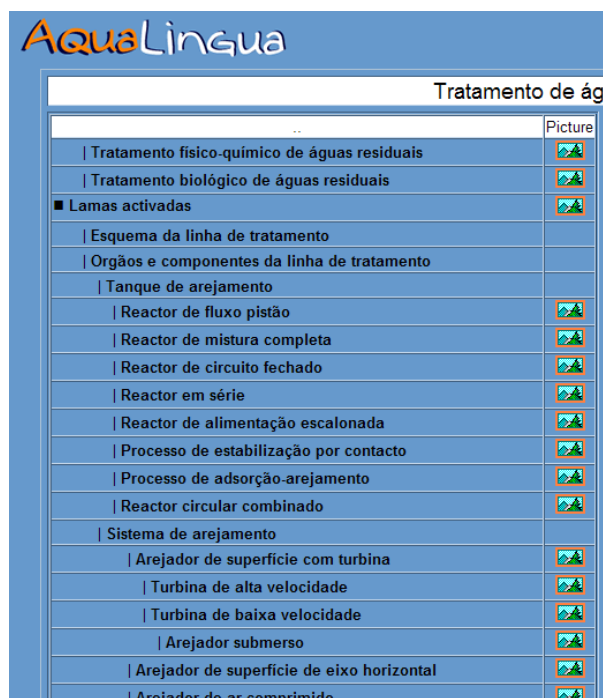


Figura 1 – Exemplo da divisão em subtemas do tema principal “Tratamento de águas residuais”

Esta ferramenta consiste essencialmente num dicionário técnico multimédia *online*, desenvolvido com base em pictogramas e englobando uma terminologia específica, apresentado em 15 línguas europeias, e apoiado por vários mecanismos de pesquisa e selecção de termos. O dicionário temático inclui não só a tradução escrita dos conceitos e termos nas diversas línguas, como a respectiva fonética em registo sonoro.

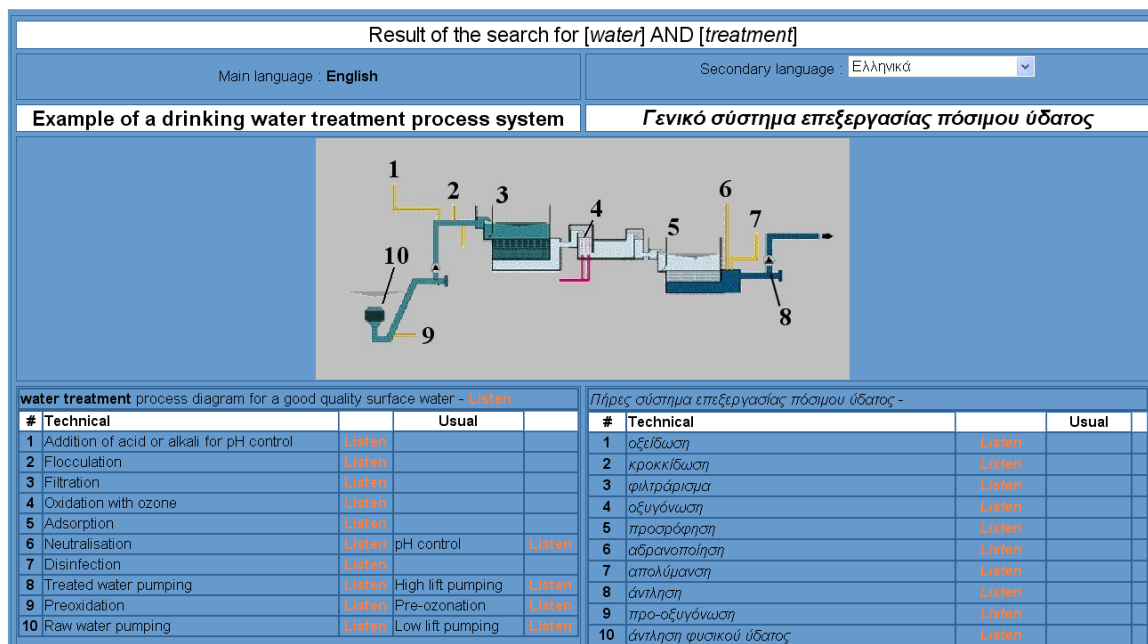


Figura 2 – Exemplo de resultados obtidos com o AQUALINGUA

As instituições técnicas profissionais e as instituições de ensino e formação constituem os potenciais utilizadores deste produto, que se encontra já disponível na Internet para consulta e utilização gratuitas.

Para além do referido compêndio de cerca de 150 figuras, 4 000 termos, expressões e sons, pode considerar-se como resultado adicional do projecto a metodologia validada que possibilitou a sua concretização, e que constitui um instrumento com potencial para ser utilizado para os mesmos fins, à escala internacional, em qualquer área temática.

PALAVRAS CHAVE (cinco): AQUALINGUA, dicionário, multimédia, água, línguas

DIMENSIONAMENTO OPTIMIZADO ROBUSTO DE SISTEMAS DE LAMAS ACTIVADAS PARA A REMOÇÃO DO AZOTO

Pedro Madeira AFONSO

Professor Adjunto, ISEC, Quinta Nora, 3030-199, COIMBRA, +351.239790200, pafonso@mail.isec.pt

Paulo Santos MONTEIRO

Professor Auxiliar, FEUP, R. Dr. Roberto Frias, 4200-465, PORTO, +351.225081965, psm@fe.up.pt

Maria da Conceição CUNHA

Professora Auxiliar, FCTUC, Pólo II, 3030-290, COIMBRA, +351.239797158, mccunha@dec.uc.pt

RESUMO: No presente artigo apresenta-se um algoritmo de dimensionamento optimizado robusto do reactor biológico e da decantação secundária para sistemas de lamas activadas efectuando a remoção da matéria orgânica carbonatada e azoto.

Nos problemas de optimização é frequente existir incerteza relativamente aos valores dos parâmetros do modelo que representa o sistema a optimizar, ou nas variáveis de entrada (inputs) do sistema. Nessas circunstâncias, a abordagem tradicional consiste na aplicação de métodos de optimização estocástica, que procuram definir uma solução com um desempenho óptimo, em média. Contudo, as soluções assim obtidas podem revelar-se insuficientes em certos cenários de operação.

No presente artigo aplica-se um método de optimização robusta no qual se procura uma solução que se mantenha próxima do óptimo nos vários cenários de operação possíveis.

A optimização robusta de um sistema de lamas activadas constitui um problema multiobjectivo onde se procura minimizar o custo global do sistema e maximizar a sua robustez i.e. minimizar a variabilidade do seu desempenho em torno do óptimo.

O algoritmo desenvolvido permite traçar a fronteira de Pareto do problema, fornecendo os elementos necessários à selecção da solução técnica e economicamente mais vantajosa.

Como exemplo de aplicação, utilizou-se o algoritmo no dimensionamento optimizado do reactor biológico e decantação secundária da ETAR municipal de Vila Real de Trás-os-Montes.

PALAVRAS-CHAVE: Optimização robusta, custo mínimo, lamas activadas, remoção do azoto, ASM3.

ODORES EM ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS

ROSA ANTUNES; ANTÓNIO P. MANO

Eng.ª Sanitarista, Projectista, rantunes@hidroprojecto.pt.

Doutor em Engenharia Sanitária, Professor Auxiliar da UNL/FCT, Director Técnico, amano@hidroprojecto.pt.

HIDROPROJECTO – ENGENHARIA E GESTÃO, S.A., Portugal

Av. Marechal Craveiro Lopes, N.º 6, 1749-010 Lisboa

TELEFONE: +351 217 513 000; FAX: +351 217 513 001

RESUMO: A emissão de odores associada às estações de tratamento de águas residuais urbanas (ETAR), constitui, actualmente, um dos impactes ambientais mais sensíveis, quer em novas instalações, quer em reabilitações/reconfigurações, nomeadamente em meios urbanos. Por outro lado, alguns dos compostos odoríficos podem constituir, quando em concentrações elevadas, uma ameaça para a segurança e saúde dos trabalhadores que a eles estão expostos, para além de contribuírem para uma rápida deterioração quer dos equipamentos electromecânicos quer da construção civil. Consequentemente, o seu controlo e, também, a sua minimização, constituem uma preocupação crescente quer das entidades que gerem e exploram este tipo de infra-estruturas, quer, também, dos projectistas e consultores.

Os odores que ocorrem numa ETAR têm origem, fundamentalmente, em compostos sulfurados ou azotados, incluindo o ácido sulfídrico (H_2S), que se forma em consequência da redução do sulfato, que é a principal forma sob a qual o enxofre se apresenta nas águas residuais, e, também, da decomposição anaeróbia da matéria orgânica que potencia a libertação de mercaptanos (CH_3SH) e de amoníaco (NH_3). O potencial de formação e libertação de odores em ETAR depende da composição da água residual bem como da extensão e das condições de escoamento na rede de drenagem.

Neste trabalho apresentam-se as principais características dos compostos odoríficos mais significativos, nomeadamente no que respeita aos seus limites de detecção e de exposição, bem como à perigosidade que lhes estão associadas. Por outro lado, identificam-se os locais onde, numa ETAR, é mais frequente a presença de odores, e quais as faixas de concentração expectáveis. Resumem-se, para cada um daqueles locais, as taxas de renovação mínima que é necessário respeitar, bem como as principais tecnologias associadas ao seu tratamento, nomeadamente os processos por lavagem química, carvão activado e biofiltração, tendo-se procurado estabelecer as faixas de aplicabilidade para cada uma delas em função do volume de ar a tratar. Referem-se igualmente as vantagens e as desvantagens que comumente lhes estão associadas, nomeadamente no que respeita a custos de exploração.

PALAVRAS-CHAVE: odor, emissões, compostos odoríficos, ETAR.

INCIDÊNCIA DE CAUDAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS EM REDES DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS -Dois casos de estudo em Municípios do Norte de Portugal-

Solange S. ALMEIDA

Engª Civil, UTAD, Quinta de Prados, 5000-911 Vila Real, +351.259350397, salmeida@utad.pt

Paulo S. MONTEIRO

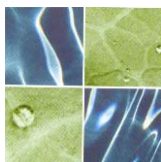
Professor auxiliar, FEUP, R. Dr. Roberto Frias, 4200-465, Porto, +351.225081965, psm@fe.up.pt

RESUMO: Os caudais excedentes resultantes, directa ou indirectamente, da precipitação são um dos principais factores considerados prejudiciais no âmbito de uma boa operação dos sistemas de drenagem e tratamento de águas residuais domésticas. O reconhecimento dos problemas relacionados com os caudais excedentes em redes de drenagem de águas residuais e estações de tratamento, associados à constante procura de critérios cada vez mais exigentes no domínio da gestão e operação destes sistemas, são razões suficientes para considerar os caudais excedentes como um motivo de actual preocupação e assunto de crescente investigação nos últimos anos.

A caracterização e a quantificação de caudais excedentes representam os primeiros passos em estudos que visam uma melhor compreensão sobre a incidência destes caudais em redes de drenagem e em estações de tratamento de águas residuais. A compreensão da natureza e amplitude destes caudais constitui a base para desenvolver metodologias operacionais que se destinem a melhorar a eficiência hidráulica dos sistemas de drenagem e de tratamento e, consequentemente, do ambiente em geral.

No âmbito desta comunicação apresentam-se os estudos realizados em duas bacias subsidiárias de estações de tratamento em municípios do Norte de Portugal. Com base nos dados disponíveis de registos de caudais nas estações de tratamento e de precipitação fez-se a separação e quantificação das componentes resultantes de escoamento superficial e de infiltração que constituem os caudais excedentes afluentes às respectivas estações de tratamento.

PALAVRAS-CHAVE: águas residuais, caudais excedentes, escoamento superficial, infiltração, estação de tratamento.



7º Congresso da Água
Água – Qualidade de Toda a Vida

CHEIAS E SECAS

DIAGNÓSTICO E MITIGAÇÃO DE SECAS NO ACTUAL CONTEXTO CLIMÁTICO GLOBAL o caso de estudo da Margem Esquerda do Guadiana

Afonso do Ó

*Geógrafo Investigador e Doutorando, Departamento de Geografia e Planeamento Regional da Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da
Universidade Nova de Lisboa, Av. Bema, 26-C, 1069-061 Lisboa, Portugal, +351 217 933 519, e-mail: afonso.o@sapo.pt*

RESUMO: Na área do presente estudo (abreviadamente MEG), o risco natural de Secas apresenta uma tendência agravante no actual contexto das alterações climáticas globais. Com base na análise dos dados da estação meteorológica de Vale Formoso / Mértola (1931-2000), foi possível identificar neste período algumas alterações importantes no clima regional, incluindo a redução da precipitação média anual.

As alterações detectadas tendem a agravar as consequências das Secas num futuro próximo, apesar dos vários instrumentos avulsos que incluem objectivos de prevenção e mitigação do fenómeno, e cujo papel na área de estudo é aqui analisado: é nomeadamente o caso do Programa de Detecção e Alerta de Secas do INAG, do Programa de Acção Nacional de Combate à Desertificação, do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva, e do Plano de Emergência Distrital da Protecção Civil.

A falta de coordenação e objectividade destes instrumentos no que toca à mitigação de impactes e redução do risco de Seca, tem por base diversas causas abordadas no presente estudo, nomeadamente o próprio carácter do fenómeno, que na sua fase inicial é “invisível”, pouco mediático, temporalmente indefinido, e se instala progressivamente; a forma pouco sustentável com que a sociedade local utiliza o recurso água; a influência de factores do foro perceptual e cultural; deficiências no planeamento e gestão dos recursos naturais da região, nomeadamente no âmbito do Ordenamento do Território.

PALAVRAS-CHAVE: Secas, risco, mitigação, Alentejo, alterações climáticas

ANÁLISE DE CHEIAS E DELIMITAÇÃO DE ZONAS INUNDÁVEIS EM TIMOR LESTES

ABORDAGEM POR MODELAÇÃO GEOGRÁFICA

Mónica C. CALÇADA

Engenheira do Território, +351-21-7740948, monica.costa@clix.pt

Maria Manuela PORTELA

Professora Auxiliar, IST, Av. Rovisco Pais 1049-001, Lisboa, +351-21-8418142, mps@civil.ist.utl.pt

João MATOS

Professor Auxiliar, IST, Av. Rovisco Pais 1049-001, Lisboa, +351-21-8418351, jmatos@civil.ist.utl.pt

RESUMO: Apresentam-se alguns dos modelos aplicados e dos resultados obtidos no âmbito da caracterização de cheias no território de Timor Leste baseada na integração dos modelos hidrológicos implementados nos programas *HEC Hydrologic Modeling System* (HEC-HMS) e *HEC River Analysis System* (HEC-RAS) com Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

A abordagem para o efeito adoptada pressupõe duas fases: uma primeira fase em que os parâmetros hidrológicos são extraídos do Modelo Digital do Terreno (MDT) e conjuntamente com os dados hidrológicos, importados para o programa HEC-HMS e uma segunda fase em que a informação detalhada referente à geometria da rede de drenagem é extraída a partir de uma Rede Irregular de Triângulos (RIT) e, em conjunto com os caudais de cheia resultante do processamento do programa HEC-HMS, é importada para o programa HEC-RAS. Depois de executado este último modelo, os resultados a que conduz são processados e analisados no SIG.

O estudo efectuado exigiu um esforço considerável de identificação, recolha, digitalização e processamento da informação hidrológica disponível no território. Tal informação, que se verificou ser estritamente pluviométrica, incluiu precipitações máximas anuais, necessárias à análise de cheias, e precipitações mensais que foram utilizadas para estabelecer o ano hidrológico, bem como para fornecer uma caracterização geral do País. Houve também que investir muito significativamente na obtenção da carta do número de escoamento no território, por constituir um elemento de base fundamental da metodologia adoptada na análise de cheias.

PALAVRAS-CHAVE: SIG, Modelo Digital do Terreno, programa HEC-HMS, programa HEC-RAS, hidrograma de cheia, zona inundável.

AS ÁREAS INUNDÁVEIS EM MEIO URBANO

A abordagem dos instrumentos de planeamento territorial

Margarida PEREIRA

Professora Auxiliar com nomeação definitiva, DGPR, FCSH, UNL, Avenida de Berna, 26-C, 1069-061 LISBOA (PORTUGAL), Tel.: +351.217933519, Fax: +351.217977759, ma.pereira@fcsch.unl.pt

José Eduardo VENTURA

Professor Auxiliar com nomeação definitiva, DGPR, FCSH, Avenida de Berna, 26-C, 1069-061 LISBOA (PORTUGAL), Tel.: +351.217933519, Fax: +351.217977759, je.ventura@fcsch.unl.pt

RESUMO: As áreas vulneráveis à ocorrência de cheias têm vindo a crescer em Portugal, tornando-se particularmente marcantes em meio urbano, onde os prejuízos humanos e materiais atingiram elevadas proporções nos últimos anos.

As alterações das condições de drenagem natural – modificação da topografia e do coberto vegetal, impermeabilização sistemática de extensas áreas, incorrecto desvio e/ou canalização de linhas de água, obstrução do leito maior – conjugadas com precipitação intensa, geram/potenciam situações de inundação que é indispensável minimizar/acautelar.

Os instrumentos de planeamento territorial devem equacionar o ordenamento destas áreas de risco, tendo em conta a sua especificidade.

Actualmente, a identificação das áreas inundáveis ocorre no âmbito da delimitação da Reserva Ecológica Nacional (onde se integram “os leitos dos cursos de água e zonas ameaçadas por cheias” e das “áreas adjacentes” (ao abrigo do Decreto-Lei nº 468/71, de 5 de Novembro, alterado pelo Decreto-Lei nº 89/87, de 26 de Fevereiro), embora nesta sede as áreas urbanas fiquem prejudicadas. No interior dos perímetros urbanos, o Ministério do Equipamento, Planeamento e Administração do Território, através do Decreto-Lei nº 364/98, de 21 de Novembro, determinou a obrigatoriedade dos Planos Municipais de Ordenamento do Território procederem à identificação das áreas inundáveis, passando a constituir uma condicionante na definição da ocupação.

A presente comunicação aborda a temática a partir de um caso de estudo na Área Metropolitana de Lisboa. Num cenário de progressivo agravamento das inundações, decorrente da acção antrópica nas bacias hidrográficas, o objectivo é avaliar a aplicabilidade e eficácia dos instrumentos criados pela Administração para a sua mitigação e sistematizar as principais dificuldades à gestão destas áreas.

PALAVRAS-CHAVE: cheia, inundação, ordenamento do território, medidas estruturais, bacia hidrográfica.

AS CHEIAS URBANAS EM AMARANTE O caso da cheia do rio Tâmega em 2001

Sara Amaro L. Gomes

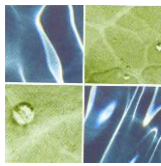
*Escola Profissional António Lago Cerqueira, Devesas, São Gonçalo, Apartado 23, 4604-109 Amarante, +351.255.410.950,
saraamarogomes@hotmail.com*

Francisco S. COSTA

Assistente, Universidade do Minho, Campus de Azurém, 4810 Guimarães, +351.253.510560, francisco@geografia.uminho.pt

RESUMO: Esta comunicação pretende fazer uma abordagem descritiva e interpretativa daquela que foi considerada a maior cheia de sempre registada na cidade de Amarante, a partir dos registos verificados nas variáveis hidrométricas e pluviométricas durante o ano hidrológico de 2000/01. Em 21 de Março de 2001, na sequência de um Inverno muito pluvioso, resultado de situações prolongadas de instabilidade atmosférica, o caudal do rio Tâmega atingiu o pico máximo de quase 2600 m³/s, valor muito superior ao atingido em 1962, aquando da maior cheia para a qual existe registo hidrométrico e que se situou nos 1961 m³/s. Os impactes hidrológicos e geomorfológicos sentidos na área inundada foram de grande intensidade, principalmente no que diz respeito às áreas ribeirinhas, às ilhas e ínsuas instaladas ao longo do canal principal do rio Tâmega. A gestão da crise prolongou-se no tempo deixando marcas que ainda hoje são bem visíveis na paisagem natural e urbana de Amarante.

PALAVRAS-CHAVE: Rio Tâmega, cheias, variáveis hidrométricas, área inundada, crise.



7º Congresso da Água
Água – Qualidade de Toda a Vida

ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

GESTÃO OPTIMIZADA DOS RECURSOS HÍDRICOS DISPONÍVEIS EM ZONAS COSTEIRAS

O incremento da recarga como componente duma estratégia para utilização sustentável de aquíferos costeiros

Júlio F. FERREIRA da SILVA

*Prof. Auxiliar do Departamento de Eng^a Civil da Universidade do Minho, Azurém 4800-058 Guimarães, Portugal
253510207, juliofs@civil.uminho.pt*

Naim HAIE

*Prof. Associado do Departamento de Eng^a Civil da Universidade do Minho, Azurém 4800-058 Guimarães, Portugal
253510205, naim@civil.uminho.pt*

RESUMO: Os aquíferos costeiros são sistemas que possuem em equilíbrio dinâmico volumes de água doce e de água salgada. Qualquer alteração dos regimes de extracção e de recarga altera aquele estado. Neste trabalho faz-se uma análise quantitativa dos efeitos do incremento da recarga no controlo da utilização de aquíferos do litoral potencialmente sujeitos à intrusão marinha. Sendo a utilização da água subterrânea economicamente interessante, aconselhariam os princípios de gestão de recursos hídricos o aproveitamento do escoamento subterrâneo que se dirige inevitavelmente para o mar. No entanto, a extracção de água de aquíferos costeiros deve respeitar regras para que seja possível manter sob controlo a cunha salina. O incremento da recarga é uma medida de gestão que pode ajudar nessa regulação. A condução e introdução no aquífero de água superficial proveniente de linhas de águas vizinhas permite aumentar o volume de água doce no aquífero e, assim, impelir a água salgada em direcção ao mar. A metodologia desenvolvida faculta o estudo do efeito das variações da recarga na posição da interface água doce - água salgada. Analisam-se os efeitos do incremento da recarga no aquífero Mexilhoeira Grande - Portimão. Determinam-se as extracções aconselháveis face a determinada distância de segurança admitida em relação a um ponto de controlo. Calcula-se o acréscimo na extracção em função das quantidades disponíveis para recarga. Determina-se o recuo da interface em função da recarga. Conclui-se que o incremento da recarga contribui para a utilização controlada e sustentável da água subterrânea e, consequentemente, para a gestão racional dos recursos hídricos disponíveis nas regiões costeiras.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão de aquíferos costeiros, Gestão integrada de águas subterrâneas e águas superficiais, Intrusão salina, Modelação de águas subterrâneas, Optimização da exploração de aquíferos.

CARACTERIZAÇÃO HIDRODINÂMICA DE ALGUMAS ÁREAS DO MACIÇO ANTIGO PORTUGUÊS

J. Martins CARVALHO

Consultor; Departamento de Geociências, Universidade de Évora, Rua Romão Ramalho, 59, 7000 ÉVORA, PORTUGAL ; Centro de Geologia da Universidade do Porto, Praça de Gomes Teixeira 4099-002 PORTO, PORTUGAL, martinscarvalho@mail.telepac.pt

Albino L. C. MEDEIROS

Geólogo (FCL), Mestre em Geologia de Engenharia (UNL), Sondagens e Fundações A.Cavaco, Lda, Av. Engº Duarte Pacheco, 21-2º, 1070-100 LISBOA, PORTUGAL, albinomedeiros@netcabo.pt

Sónia C.F.M.V. GARCIA

Lic. Engenharia dos Recursos Hídricos (UE), sonia_morgado@iol.pt

RESUMO

1 - INTRODUÇÃO

As formações cristalinas e cristalofílicas do Maciço Antigo Português são objecto de intensa actividade de pesquisa e captação de água subterrânea. Os milhares de furos realizados anualmente são geralmente inadequados para a caracterização geológica, hidrodinâmica e hidroquímica dos aquíferos descontínuos existentes devido aos modestíssimos níveis de cumprimento das disposições legais em vigor. Foram analisados os resultados de cerca de 250 sondagens no Maciço Antigo, particularmente nas zonas do Porto, de Viseu e de Beja. Esta amostragem corresponde a situações de que se conhece o modelo conceptual dos aquíferos, a coluna litológica, os pormenores construtivos, o controlo hidrogeológico durante a perfuração e onde foram realizados ensaios de caudal representativos. As investigações realizadas conduziram a uma caracterização da produtividade média por captação unitária e da transmissividade em função dos grandes grupos litológicos. Adicionalmente, com base em modelos de regressão linear, foram estabelecidas relações empíricas entre o caudal específico e a transmissividade e do caudal de exploração sustentado em função do caudal de perfuração.

2 – CARACTERIZAÇÃO DAS SONDAGENS

As cerca de 250 sondagens objecto deste estudo são águas de circuito hidrogeológico curto (águas “normais”) não tendo sendo consideradas sondagens em concessões de água mineral natural para termalismo e engarrafamento ou para captação de água de nascente. Foram tidos em conta os furos não produtivos. Todas as sondagens foram realizadas pela ACAVACO, LDA, com recurso ao método de martelo de fundo de furo, com controlo hidrogeológico sistemático, e incluiu a realização de ensaios de caudal que alcançaram 72 horas em muitos casos.

Em termos médios, nos furos implantados no Complexo Gabro-Diorítico de Beja foi possível obter furos produtivos nos primeiros 50 metros de profundidade, o que mostra que nesta unidade hidrogeológica foram as zonas alteradas e fracturadas mais superficiais que se constituíram como a zona mais produtiva. Por outro lado, nas restantes áreas foi necessário descer abaixo dos 70m de profundidade para garantir o cumprimento dos objectivos. A profundidade máxima alcançada foi de 180m.

O controlo hidrogeológico sistemático permitiu disponibilizar elementos referentes à avaliação do caudal de furação em 226 sondagens e compará-lo com o caudal de exploração recomendado. As sondagens tem dimensionamento e acompanhamento hidrogeológico padronizados pelo que, desse ponto de vista, se constituem como população muito homogénea.

3 – AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS HIDRODINÂMICOS

Os ensaios de caudal disponíveis no arquivo ACAVACO, LDA correspondem a ensaios, geralmente a caudal constante, com observações de níveis no próprio furo. No caso dos furos das áreas do Porto, de Viseu e de Beja foi determinada, sistematicamente, a transmissividade (T) e tentou-se a avaliação da condutividade hidráulica (K) considerando a “espessura circulada” entre a primeira e a última zona aquífera em cada sondagem. A metodologia não deu resultados consistentes e foi abandonada.

Há uma clara dependência da transmissividade em relação à litologia. Verifica-se que as rochas metassedimentares (T média de 17m²/dia) são claramente mais transmissivas que as eruptivas (T média de 9m²/dia para granitos e afins) à excepção das do Complexo Gabro-Diorítico de Beja (T média de 49m²/dia). Este facto condiciona e determina os caudais de perfuração e os caudais de exploração (na gama dos caudais geralmente ocorrente nestas rochas) que apresentam distribuição por litologia semelhante à transmissividade. Em situações específicas bem caracterizadas, muito raras, de filões de quartzo de expressão regional intrusivos em xistos e granitos foram registadas transmissividades, calculadas a partir do caudal específico, da ordem de 400 m²/dia!

4 – RESULTADOS OBTIDOS E CONCLUSÕES

Na zona Centro-Ibérica as rochas granitóides (s/) apresentam caudais médios de exploração (0,5L/s) por captação e transmissividades que são cerca de metade do das rochas metassedimentares.

Na zona de Ossa-Morena destaca-se o Complexo Gabro-Diorítico de Beja com caudais e transmissividades claramente mais elevadas que as da maioria das outras unidades litológicas desse domínio.

As regressões lineares entre a transmissividade e o caudal específico ao fim de 6 horas realizadas em 24 furos das áreas representativas do Porto, de Viseu e de Beja conduziram aos resultados seguintes, com correlação fortíssima (R² de cerca de 0,98):

Porto e Viseu (sistemas hidrogeológicos confinados a semi confinados):

$$T_{\text{theis}} \text{ (m}^2\text{/dia)} = 0,72Q_{\text{esp.}} \text{ (m}^3\text{/dia/m)}$$

Beja (sistemas hidrogeológicos com pequeno confinamento):

$$T_{\text{theis}} \text{ (m}^2\text{/dia)} = 0,91Q_{\text{esp.}} \text{ (m}^3\text{/dia/m)}$$

As relações envolvendo a transmissividade e o caudal específico só poderão ser usadas para tempos de bombagem de 6 horas no Maciço Antigo Português e são representativos de valores médios. Nalgumas situações, que se afastem sobremaneira dos modelos teóricos de Thiem e Theis, podem ocorrer desvios significativos.

A relação entre os caudais de exploração, determinados por critérios exigentes de conservação do recurso e de projecto dos furos, e os caudais de perfuração por “air lift” em final de perfuração, conduziu aos resultados seguintes, com correlação fortíssima (R² de cerca de 0,84):

Porto e Viseu (sistemas hidrogeológicos confinados a semi confinados e baixa transmissividade, captados com furos de mais de 70m):

$$Q_{\text{expl}} = 0,47Q_{\text{max de perf}}$$

Beja (sistemas hidrogeológicos com pequeno confinamento e alta transmissividade, captados com furos até 50m):

$$Q_{\text{expl}} = 0,70Q_{\text{max de perf}}$$

A análise para a população total de furos conduz à relação $Q_{\text{expl}} = 0,39Q_{\text{max de perf}}$ (com R² de 0,5)

A correlação forte, mas com grande dispersão, explica a relação conservativa:

$$Q_{\text{expl}} = (1/2 \text{ a } 1/3)Q_{\text{max de perf}}$$

com o Coeficiente de Redução de Caudal (CRC) de 1/2 a 1/3.que pode ser aplicada no Maciço Antigo Português com a necessária prudência.

ESTUDO HIDROGEOLÓGICO DA ILHA GRACIOSA (AÇORES-PORTUGAL)

J. Virgílio CRUZ

Geólogo; Prof. Auxiliar, Departamento de Geociências, Universidade dos Açores, Ap. 1422, 9501-801 Ponta Delgada, jvc@notes.uac.pt

Catarina AMARAL

Química; Bolseira do Departamento de Geociências, Universidade dos Açores, Ap. 1422, 9501-801 Ponta Delgada, catamaral@notes.uac.pt

RESUMO: A Graciosa é a ilha mais setentrional do grupo central dos Açores, localizada entre 39°00'N e 39°06'N de latitude e 27°56'W e 28°05'W de longitude, cuja história geológica teve início há mais de 600000 anos. Apresenta 61,2 km² de área e possui cerca de 4830 habitantes, cujo abastecimento em água depende totalmente de origens subterrâneas.

Geologicamente a ilha é marcada pelo contraste entre plataforma lávica, que domina a região NW da ilha, e um vulcão central com caldeira, a SE. Estão individualizadas três unidades geológicas que, por ordem decrescente de idades, correspondem aos Complexos Vulcânicos da Serra das Fontes, da Serra Branca e da Vitória - Vulcão Central. Nos últimos 12000 anos registaram-se pelo menos 10 erupções vulcânicas, a última das quais há menos de 2000 anos.

A precipitação média anual na Graciosa é igual a 966 mm, excedendo o valor da evapotranspiração real (632 mm). Os recursos hídricos subterrâneos estimados são iguais a 15x10⁶ m³ ano⁻¹, valor substancialmente inferior à mediana regional (101,3x10⁶ m³ ano⁻¹), e a taxa de recarga de aquíferos varia entre 8,5% e 36,2%.

Foram identificadas na ilha Graciosa cerca de 22 nascentes, das quais 14 estão captadas, em geral dotadas de um caudal fraco. A produtividade média mais elevada corresponde às emergências da área da Serra Dormida (0,80 L s⁻¹). Dos 16 furos executados apenas 7 estão actualmente em exploração, variando os caudais específicos entre 1,36 e 266,67 L s⁻¹ m⁻¹. A transmissividade varia entre 1,66x10⁻³ e 3,25x10⁻¹ m² s⁻¹.

A fácies química predominante corresponde a águas do tipo cloretada sódica, e a composição relativa pode ser expressa, por ordem decrescente, sobre a forma Cl⁻ > HCO₃⁻ > SO₄²⁻ para os aniões e Na⁺ > Ca²⁺ > Mg²⁺ > K⁺ para os catiões. São águas alcalinas, em que o valor da mediana do pH é respectivamente igual a 7,30 e 7,65 nas nascentes e nos furos. A diferença de mineralização entre estes grupos de águas é expressa pelos valores de condutividade eléctrica, que variam entre 195 e 3180 µS cm⁻¹ nas nascentes e entre 1180 a 1768 µS cm⁻¹ nos furos. A alcalinidade varia entre 0,32 a 0,81 mg L⁻¹ CaCO₃ e 0,85 a 1,67 mg L⁻¹ CaCO₃, respectivamente para as nascentes e furos.

Os processos de mineralização mais significativos são a entrada em solução de sais de origem marinha e a hidrólise dos minerais silicatados nas rochas. A influência marinha é determinante no que concerne à qualidade da água para uso humano, ocorrendo predominantemente nos furos problemas derivados da salinização da água.

PALAVRA-CHAVE: Aquíferos vulcânicos; hidrogeologia; hidrogeoquímica; Açores.

CONSIDERAÇÕES SOBRE A HIDROGEOQUÍMICA DO SISTEMA AQUÍFERO TERCIÁRIO TEJO-SADO NA REGIÃO CENTRAL DA BACIA DO BAIXO TEJO

João L. MENDONÇA

Professor Auxiliar, Departamento de Geologia, FCUL, Edifício C2, Campo Grande, LISBOA, lopomend@fc.ul.pt

Albino L. C. MEDEIROS

Mestre em Geologia de Engenharia (UNL), Sond. e Fund. A.Cavaco, Lda, Av. Engº Duarte Pacheco, 21-2º, 1, LISBOA, albinomedeiros@netcabo.pt

João C.C. AZEVEDO

Geólogo (FCL), joaogeo7@hotmail.com

RESUMO: O sistema aquífero Tejo-Sado é o maior e mais importante sistema aquífero português. Ocupa a bacia terciária do Tejo e do Sado, numa área aproximada de 8550 km² e inclui um sistema multicamada, constituído por depósitos terciários, sobreposto por unidades hidrogeológicas quaternárias. É a origem do abastecimento de água a importantes núcleos populacionais, à indústria e à agricultura.

Na bacia cenozóica do Tejo-Sado preserva-se um importante enchimento sedimentar predominantemente detrítico e de origem continental, com intercalações de formações marinhas e salobras correspondentes a máximos transgressivos.

A bacia sedimentar do baixo Tejo corresponde a uma depressão tectónica que sofreu subsidência controlada por falhas no decurso do Neogénico. Apresenta um contorno cartográfico *grosso modo* rectangular, alongado segundo a direcção NE-SW, e mostra, de um modo geral, um fundo de geometria regular, que se reflecte numa disposição geralmente sub-horizontal do conjunto. A estrutura dos sedimentos cenozóicos apresenta-se perturbada junto a alguns acidentes tectónicos principais, que delimitam depocentros e introduzem alguma complexidade na estrutura geral.

No sistema aquífero terciário é possível individualizar vários tipos de escoamentos e áreas hidrogeologicamente diferenciadas. Em regime natural, o escoamento tinha uma componente transversal, das "terras altas" marginais em direcção ao Tejo, onde descarregava nas aluviões, por drenância ascendente, e uma componente longitudinal em direcção ao Oceano segundo uma direcção que, na península de Setúbal, se aproximava da perpendicular à linha de costa, nomeadamente a sul da Cadeia da Arrábida. Na zona central da bacia, o potencial hidráulico no sistema aquífero terciário era superior ao do aquífero aluvionar sobrejacente, estava acima da superfície do terreno e aumentava com a profundidade.

Actualmente, devido à exploração do sistema aquífero terciário, em muitas áreas da bacia o sentido do fluxo está invertido, nomeadamente na parte central, onde o potencial hidráulico no sistema aluvionar é superior ao potencial hidráulico no sistema aquífero terciário.

Além da recarga pela água das precipitações e das trocas com as linhas de água e unidades aluvionares adjacentes, alguns autores admitem que o sistema aquífero terciário também pode receber recarga lateral proveniente das formações do Maciço Calcário Estremenho e dos calcários de Ota e Alenquer.

A água dos vários escoamentos interage com diferentes tipos litológicos da bacia sedimentar sob condições de pressão, temperatura, tempo de contacto e estados de saturação variáveis que explicam a evolução das características da água ao longo dos escoamentos e as diferentes fácies hidrogeoquímicas.

A água bombeada dos furos é, em regra, uma mistura de águas de mineralização diversificada. A composição dessa mistura pode variar conforme o caudal de extracção, as condições hidrodinâmicas no sistema aquífero e o tempo de bombagem. A amostragem por

troços criteriosamente definidos, sem eliminar totalmente este constrangimento, permite uma melhor aproximação ao estudo da hidrogeoquímica do sistema aquífero do que a amostragem da totalidade da zona captada pelos furos.

Na região estudada do sistema aquífero terciário, as águas são predominantemente alcalinas, de fácies bicarbonatada sódica. Nalguns casos, o Cl^- torna-se dominante sem no entanto atingir percentagem superior a 50 %. O Mg^{2+} é o catião menos representado (só em três casos ultrapassa 1 meq/L, com mediana de 0,40 meq/L), o Na^+ representa muitas vezes mais de 50% da composição catiónica e o Ca^{2+} toma o valor mediano de 0,54 meq/L com valores mínimo e máximo de 0,2 meq/L e 2,17 meq/L, respectivamente.

As diagrfias de temperatura e de condutividade eléctrica permitem apreciar a evolução da qualidade da água com a profundidade. Nalguns casos podem-se também inferir trocas de massa intercamadas aquíferas através do reconhecimento de movimentos de água no interior dos furos.

O estudo de amostras de água colhidas em diferentes localizações e profundidades também identificam variações hidrogeoquímicas laterais e verticais importantes, como se ilustra com exemplos relativos a vários sectores do sistema aquífero em que se subdividiu a área de estudo.

As variações da mineralização total da água reportadas são muitas vezes de valor elevado e associadas aos mecanismos hidrogeoquímicos seguintes: aumento do TCID, dissolução de calcite, halite e gesso e trocas iónicas que controlam e mantêm a concentração do Ca^{2+} e do Mg^{2+} relativamente baixa e aumentam a concentração do Na^+ .

A halite e o gesso segundo a interpretação que se faz estão disseminados no enchimento sedimentar, com predomínio nas rochas carbonatadas.

Os acréscimos de TCID na água de algumas áreas e camadas do sistema aquífero associam-se a zonas de falha que facilitam a ascensão do CO_2 . Algumas áreas onde agora se reportam acréscimos de CO_2 já haviam sido identificadas zonas de falha através de técnicas de análise hidrodinâmica. A génese do CO_2 , como hipótese alternativa, poderá ser atribuída à oxidação da matéria orgânica no decurso de fenómenos diagenéticos em progresso.

VALORIZAÇÃO E PROTECÇÃO DA ZONA COSTEIRA PORTUGUESA: ASPECTOS TEMÁTICOS RELATIVOS À COMPONENTE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

João Paulo LOBO FERREIRA¹, Catarina DIAMANTINO², Teresa E. LEITÃO³, Manuel de OLIVEIRA⁴ e Maria João MOINANTE⁵

¹Investigador-Coordenador com Habilitação do Núcleo de Águas Subterrâneas do DHA/LNEC, E-mail: lferreira@lnec.pt

²Mestre em Geologia Económica e Aplicada, Bolseira de Doutoramento FCT/LNEC no Núcleo de Águas Subterrâneas, E-mail: cdiamantino@lnec.pt

³Doutora em Hidrogeologia, Investigadora Principal no Núcleo de Águas Subterrâneas do DHA/LNEC, E-mail: tleitao@lnec.pt

⁴Mestre em Geologia Económica e Aplicada, Assistente de Investigação no Núcleo de Águas Subterrâneas do DHA/LNEC, E-mail: moliveira@lnec.pt

⁵Mestre em Georrecursos, Assistente de Investigação no Núcleo de Águas Subterrâneas do DHA/LNEC, Email: mjmoicante@lnec.pt

Departamento de Hidráulica e Ambiente (DHA) do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC)

Av. do Brasil, 101, P-1700-066 Lisboa, Portugal, Tel: (+351) 21 844 3609, Fax: (+351) 21 844 3016

<http://www.dha.lnec.pt/nas>

RESUMO: O Projecto FCT – Valorização e Protecção da Zona Costeira Portuguesa, decorreu de Outubro de 1999 a Dezembro de 2002 no Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), e foi financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT), no âmbito do Programa de Apoio à Reforma dos Laboratórios do Estado. Este projecto foi dividido em treze componentes temáticas, tendo o Núcleo de Águas Subterrâneas (NAS) desenvolvido a componente relativa à *Avaliação e Estudo da Vulnerabilidade de Sistemas Aquíferos Costeiros*. Nesta componente foram abordados os aspectos relativos ao estudo de alguns sistemas costeiros, tanto nos seus aspectos de quantidade como de qualidade, a sua caracterização e análise, que incluíram o desenvolvimento e a aplicação de metodologias e a modelação do escoamento subterrâneo e do transporte de massa, em termos de salinização dos aquíferos. Complementarmente foram desenvolvidas metodologias cuja aplicação a sistemas aquíferos que não se localizam na zona costeira se revelou também interessante. Na presente comunicação serão introduzidos os temas analisados no âmbito deste Projecto, e será apresentada a aplicação das metodologias desenvolvidas a casos de estudo localizados na zona costeira algarvia, no Alentejo e no Ribatejo.

PALAVRAS-CHAVE: aquíferos costeiros, aspectos qualitativos e quantitativos, vulnerabilidade de aquíferos

LOCALIZAÇÃO OPTIMIZADA DE CAPTAÇÕES EM AQUÍFEROS POTENCIALMENTE SUJEITOS À INTRUSÃO SALINA

Júlio F. FERREIRA da SILVA

*Prof. Auxiliar do Departamento de Eng^o Civil da Universidade do Minho, Azurém 4800-058 Guimarães, Portugal
253510207, juliofs@civil.uminho.pt*

Naim HAIE

*Prof. Associado do Departamento de Eng^o Civil da Universidade do Minho, Azurém 4800-058 Guimarães, Portugal
253510205, naim@civil.uminho.pt*

RESUMO: Neste trabalho são apresentados os resultados de um modelo para a localização otimizada de captações em aquíferos potencialmente sujeitos à intrusão salina. Esta ferramenta permite a adopção duma perspectiva regional na concepção dos sistemas de abastecimento de água e o uso sustentável dos recursos hídricos disponíveis em zonas costeiras.

O modelo apresenta como componentes principais a ferramenta de optimização e o modelo de simulação do escoamento no aquífero costeiro. A técnica de optimização procura a melhor implantação de captações atendendo a critérios económicos, mas mantendo sob controlo a intrusão salina no aquífero, ou seja preservando os equilíbrios ambientais.

A metodologia desenvolvida é uma ferramenta de concepção e de dimensionamento que define, também, os melhores programas de exploração. Apresenta-se a formulação matemática do problema, ou seja a função objectivo e as restrições. A função objectivo e restrições são não-lineares.

O propósito consiste na identificação dos locais de captação que maximizem o resultado dos investimentos e da exploração do sistema regional de abastecimento de água, respeitando as distâncias de segurança da interface água doce / água salgada aos pontos de controlo e as restrições dos sistemas adutores.

Faz-se a aplicação do modelo proposto para a definição do melhor local de implantação em função da extracção pretendida e estuda-se a evolução do fenómeno intrusão marinha em função da localização das captações.

Conclui-se que o modelo apresentado pode ser um instrumento útil para a definição de políticas sustentáveis da utilização da água em zonas costeiras.

PALAVRAS-CHAVE: Concepção de sistemas regionais de abastecimento de água, Planeamento e gestão e recursos hídricos em zonas costeiras, Optimização de locais de captação de água, Intrusão salina.

PROSPECÇÃO E PESQUISA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NO GRABEN DE LONGROIVA

Considerações sobre alguns elementos da legislação actual

Luís M. FERREIRA GOMES

Professor Associado, Univ. da Beira Interior, Dep. de Engª Civil e Arquitectura, 6201-001 Covilhã, lmfg@ciunix.ubi.pt

José António P. F. SERRANO

Director de Serviços, CCDD – Centro, Rua Padre Estêvão Cabral, 72- 2º, 3000-137 Coimbra; jose.serrano@dra-centro.pt

José António F. CARVALHO

Chefe de Divisão ; CCDD – Centro, Gaveto das Ruas Pedro Alvares Cabral e Almirante Gago Coutinho, 6300 Guarda; jafc@clix.pt

RESUMO: A necessidade da sociedade recorrer a recursos hídricos subterrâneos é cada vez mais premente; em consequência tem havido nos últimos anos uma realização intensa de sondagens, frequentemente verticais, mas também por vezes horizontais. Apesar da legislação ser relativamente recente (Dec. Lei nº 46/94), por vezes há algumas situações que na opinião dos autores deverão ser alteradas, ou pelo menos reflectidas, como é o caso dos furos horizontais muito compridos, e ainda as situações infrutíferas de prospecção em termos de objectivos imediatos e que muitas vezes levam à realização de muitos furos para se atingir o objectivo; por exemplo, a licença para a realização de um furo de pesquisa e eventual captação, poderia ser mais ampla e que, dentro de adequadas regras, admitiria a realização sequencial e imediata de vários furos, sem burocratizar em demasia o processo.

Assim, no presente artigo apresenta-se um caso em que se previa inicialmente um furo horizontal com 200m de comprimento e no seguimento dos vários trabalhos, o objectivo atingiu-se ao quinto furo, e com uma sondagem vertical. As causas de tal situação, prenderam-se efectivamente com aspectos geológicos e que eram completamente desconhecidos e não previstos, e que também são explanados.

Por fim, avançam-se com algumas sugestões no sentido de melhorar as actuais regras em vigor, de modo a haver mais celeridade no processo de prospecção e pesquisa de águas subterrâneas e de melhor qualidade na construção de captações com furos de sondagens.

PALAVRAS CHAVE: água subterrânea, prospecção e pesquisa, graben de Longroiva, legislação.

O PROJECTO SETÚBAL REVISITADO 25 ANOS DEPOIS

Luís RIBEIRO

*Engº de Minas (IST), Professor Auxiliar (IST), CVRM – Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa,
218417247, nlrib@alfa.ist.utl.pt*

Joaquim BRAGA DOS SANTOS

Engº de Minas, Técnico Assessor Principal, Instituto da Água, Av. Gago Coutinho 30 – 10º, Lisboa, 218430000, braga@inag.pt

RESUMO: É em 1979 com o início do primeiro estudo hidrogeológico à escala regional, o Projecto Setúbal, que se dá em Portugal um momento de viragem decisivo no planeamento dos recursos hídricos subterrâneos. A Direcção-Geral Ddos Serviços Hidráulicos, o organismo que à data era responsável pela gestão dos recursos hídricos do País, alertada para o aumento rápido das explorações e o rebaixamento progressivo dos níveis piezométricos do aquífero mio-pliocénico da Península de Setúbal em certos sectores do Barreiro, Almada e Seixal em particular na bordadura do estuário do Tejo, achou por bem realizar um estudo hidrogeológico com o apoio financeiro do PNUD e a assistência técnica da UNESCO. O projecto que tomou o título de ÉTUDE DES EAUX SOUTERRAINES DE LA PÉNINSULE DE SETUBAL teve início em Novembro 1978 e foi finalizado em Novembro 1980.

O projecto teve um duplo objectivo: I) - a avaliação dos recursos hídricos subterrâneos com base numa abordagem sistémica com vista a uma mais correcta e racional gestão desses recursos de forma a minimizar o risco de contaminação por águas marinhas e II) - a formação de um quadro de especialistas no domínio das águas subterrâneas.

PALAVRAS-CHAVE: Água subterrânea, Abordagem sistémica, Modelação, Economia da água, Gestão

PROSPECÇÃO, PESQUISA E CAPTAÇÃO DE ÁGUAS MINERAIS NA CONCESSÃO HIDROMINERAL DE PEDRAS SALGADAS

Manuel ANTUNES DA SILVA

Geólogo(UC), Director Técnico do Recurso, Unicer Águas, S.A., Apartado 1044 4466-955, S. MAMEDE DE INFESTA, PORTUGAL

antunes.silva@unicer.pt

RESUMO: Conseguir o reforço dos caudais disponíveis para exploração de águas minerais naturais num enquadramento geológico como o da bacia de Pedras Salgadas constitui um desafio que só pode ser ultrapassado recorrendo a várias áreas do conhecimento. Faz-se uma breve descrição dos vários passos seguidos numa campanha de prospecção e pesquisa iniciada em 1992, desde o reconhecimento geoestrutural, inventário de pontos de água, passando pelo dimensionamento e execução de um levantamento geoeléctrico, culminando na realização de uma campanha de prospecção mecânica. Para cada uma destas fases são referidas as metodologias utilizadas e discutidos os resultados obtidos. Mediante a sobreposição dos dados obtidos em cada uma das fases dos estudos geohidrológicos desenvolvidos na concessão hidromineral de Pedras Salgadas, foi possível, pelo incremento do conhecimento acerca das potenciais estruturas produtivas do sistema aquífero, obter novos locais de extracção.

PALAVRAS-CHAVE: Água mineral natural, Pedras Salgadas, Hidrogeologia, Águas Gasocarbónicas, Prospecção

APLICAÇÃO DE DOIS MÉTODOS DIFERENTES PARA A ESTIMATIVA DA RECARGA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NUMA ÁREA DE ESTARREJA

Manuel MENDES OLIVEIRA

Geólogo, Núcleo de Águas Subterrâneas, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, Tel: (+351) 21 844 3436, moliveira@lnec.pt

RESUMO: Define-se recarga de águas subterrâneas como a quantidade de água que é acrescentada à zona saturada de água subterrânea. Esta recarga vai provocar o aumento do armazenamento de água da zona saturada.

A recarga das águas subterrâneas é um factor determinante nos estudos hidrogeológicos e na gestão das extracções de água subterrânea, tendo em vista a definição de um valor de extracção seguro (em termos de manutenção, a longo prazo, da quantidade e da qualidade da água), sendo este aspecto um dos requisitos da Directiva-Quadro da Água.

Contudo, a quantificação da recarga de águas subterrâneas é um processo estimativo, uma vez que não é passível de ser medido directamente, e existem normalmente dificuldades no que concerne à validação dos resultados obtidos pela aplicação de qualquer método.

Daí que uma solução válida consista, quando possível, na aplicação de diferentes métodos, que contemplem a caracterização de variáveis diferentes, tendo em vista a convergência dos resultados obtidos e, com isso, uma maior segurança nos valores de recarga estimados.

Nesta comunicação apresentam-se dois métodos para cálculo da recarga baseados nos seguintes dois modelos: o modelo de balanço abaixo da superfície freática (MBASF) e o modelo de balanço hídrico sequencial diário (MBHSD). Estes modelos são fundamentados a partir do balanço de massa dentro de um volume de controlo que abrange as variáveis e processos do ciclo hidrológico desde a precipitação até à descarga das águas subterrâneas para a superfície.

O MBASF requer a caracterização das extracções de água subterrânea (H_{bs}), do escoamento subterrâneo de entrada (E_{be}) e de saída (E_{bs}), e da variação do armazenamento na zona saturada (ΔA_b). A recarga (R) é dada pela equação:

$$R = E_{bs} + H_{bs} + \Delta A_b - E_{be} \quad (3)$$

O MBHSD estima a recarga a partir dos termos do balanço hídrico acima da zona saturada. O modelo assume que não há escoamento lateral na zona vadosa abaixo do solo nem variação do seu armazenamento, pelo que a recarga se considera igual à infiltração profunda (I_p). A única entrada de água é por precipitação, não há formas de armazenamento de água superficial e o escoamento no solo faz-se na vertical. A infiltração profunda vem dada por:

$$I_p = P - E_{ps} - ETR - \Delta A_l \quad (4)$$

Ambos os modelos requerem que o nível freático se encontre sempre abaixo da espessura do solo sujeita a evapotranspiração.

O método que utiliza o MBASF apresenta a vantagem de calcular a recarga a partir da resposta do meio saturado ao processo de recarga, não necessitando dos dados de precipitação ou de evapotranspiração (no caso do nível freático se encontrar sempre abaixo da superfície freática), nem da ocupação do solo. Requer contudo um bom conhecimento das propriedades hidráulicas do aquífero, a monitorização espaço-temporal de níveis e o conhecimento das extracções realizadas no aquífero. É um método que pode originar erros

elevados no caso dos parâmetros do aquífero não estarem bem determinados, por os termos da equação (3) dependerem linearmente desses parâmetros.

O MBHSD é um modelo de previsão, que calcula a recarga à custa da quantificação dos termos do balanço hídrico que traduzem os processos antes da ocorrência da recarga. Para a sua aplicação, quando se pode considerar que o nível freático se encontra sempre abaixo da espessura de solo sujeita a evapotranspiração, não requer o conhecimento desse nível freático nem o conhecimento de parâmetros do aquífero ou da sua exploração. Contudo, necessita da caracterização de parâmetros do solo, da medição da precipitação e da estimativa da evapotranspiração potencial. Além disso, na aplicação que foi feita, requer a caracterização de uma série de parâmetros relacionados com o ciclo vegetativo das espécies presentes.

Os dois métodos foram testados numa pequena área de estudo de cerca de 25 km² do aquífero superficial do sistema aquífero Quaternário de Aveiro, abrangendo Estarreja. A informação necessária foi caracterizada a partir da informação cartográfica de base sobre solos e ocupação do solo. Recolheram-se ou estimaram-se valores de extracções ao longo do tempo, utilizaram-se dados de monitorização de níveis de águas subterrâneas em 41 piezómetros, dados de precipitação e de evapotranspiração de referência estimada, e parâmetros do aquífero.

As estimativas dos valores de recarga pelo MBASF foram feitas para os períodos de tempo entre monitorizações sucessivas dos níveis freáticos, num total de sete períodos ao longo de cerca de quinze meses, e para cinco áreas rectangulares de estudo com o mesmo centro. Os resultados do MBHSD foram integrados para os mesmos sete períodos de tempo e cinco áreas do MBASF de forma a se poder comparar os valores.

Os resultados obtidos pelos dois métodos foram bastante diferentes, apontando-se como razões:

- a necessidade, comum aos dois modelos, de que o nível freático se encontrasse sempre abaixo da espessura do solo sujeita a evapotranspiração, o que não se confirmou pelas observações de campo;
- o facto de haver um desfasamento temporal entre a ocorrência da infiltração profunda (MBHSD) e da recarga (MBASF), embora, se fosse por causa desse desfasamento, essa diferença devesse ser mais reduzida para a totalidade do tempo considerado;
- a aplicação do MBASF encerra muitas incertezas. Para além das incertezas devidas à caracterização espacial de alguns parâmetros, que foram quase valores assumidos, há também a questão da extrapolação/interpolação dos valores dos níveis piezométricos e da base do aquífero;
- para além das incertezas associadas à caracterização dos parâmetros deste método, o MBHSD utilizou precipitações e evapotranspirações medidas ou calculadas em locais ainda afastados da área de estudo.

Os estudos apresentados estão na base do desenvolvimento de uma metodologia que permite considerar, nos modelos de cálculo da recarga apresentados, a posição do nível freático. Este assunto será futuramente objecto de uma comunicação.

PALAVRAS-CHAVE: Recarga, águas subterrâneas, Estarreja, balanço, Directiva-Quadro da Água.

CARACTERIZAÇÃO DE MACIÇOS GRANÍTICOS FRACTURADOS COM MÉTODOS ELECTROMAGNÉTICOS VLF

Nuno M. S. ALTE da VEIGA

Prof. Auxiliar, Centro de Geofísica e Departamento de Ciências da Terra, Universidade de Coimbra, ndaveiga@ci.uc.pt

RESUMO: Em regiões graníticas como as do interior centro-norte de Portugal, os maciços graníticos têm em si mesmos um papel de relevo enquanto reservatórios de água subterrânea. Nestes maciços as zonas de interesse estão associadas genericamente a zonas de fractura. No caso em questão as zonas mais importantes correspondem a falhas regionais, sendo que os sistemas principais têm orientações NNE-SSW e NE-SW. Na caracterização de zonas fracturadas o método VLF-EM tem ampla aplicação. Menos utilizada, a variante VLF-resistividade permite obter um tipo de informação que complementa a anterior de forma relevante. Nos levantamentos efectuados com VLF-R foram utilizados dois emissores (NAA e GBR) posicionados em direcções aproximadamente ortogonais para um operador situado em Portugal. Relativamente a estruturas com orientação NNE-SSW isto equivale a ter medições em modo TM (com o NAA) e em modo TE (com o GBR). O padrão das anomalias à passagem de uma estrutura subvertical condutora é distinto nos dois modos. Por outro lado, as medições em modo TM são comparativamente mais sensíveis a zonas fracturadas relativamente estreitas que as medições em modo TE. Por seu turno, as anomalias acentuadas observáveis nas curvas das componentes em fase e em quadratura em VLF-EM estão em regra associadas a estruturas principais. Dadas estas características, a utilização conjunta dos métodos VLF-EM e VLF-R nos dois modos, TM e TE, permite a obtenção de um detalhe e de uma diferenciação na informação que isoladamente não é possível obter.

PALAVRAS-CHAVE: Geofísica, VLF, Hidrogeologia, fracturas, aquífero

EVOLUÇÃO HIDROGEOQUÍMICA E ISOTÓPICA DAS ÁGUAS TERMOMINERAIS DE CALDAS DE MONÇÃO

Paula M. CARREIRA

*Investigadora Auxiliar, Instituto Tecnológico e Nuclear (ITN), Estrada Nacional 10, 2686-953 Sacavém, +351 219946179,
carreira@itn.mces.pt*

José M. MARQUES

*Professor Auxiliar, Instituto Superior Técnico (IST), Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, + 351 218400806,
jmmarques@popsrv.ist.utl.pt*

Mário ANDRADE

*Bolseiro de Investigação, Instituto Tecnológico e Nuclear (ITN), Estrada Nacional 10, 2686-953 Sacavém,
mpandrade@mail.telepac.pt*

Dina NUNES

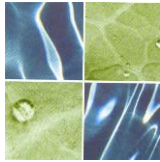
*Técnica Superior, Instituto Tecnológico e Nuclear (ITN), Estrada Nacional 10, 2686-953 Sacavém, +351 219946179,
dina@itn.mces.pt*

Fernando MONTEIRO SANTOS

*Professor Auxiliar, Instituto de Ciências da Terra e do Espaço, Rua da Escola Politécnica, 1269-102 Lisboa, +351 213921800,
fasantos@fc.ul.pt*

RESUMO: As águas termominerais de Caldas de Monção emergem na margem esquerda do rio Minho, no terraço aluvionar situado entre a vila de Monção e o leito do rio, encontrando-se associadas à rede de diaclases (alinhadas segundo a direcção ENE-WSW) do maciço granítico,. Ao longo de duas campanhas de amostragem, foram colhidas águas subterrâneas associadas a este sistema termomineral com vista à sua caracterização físico-química e isotópica (^2H , ^{13}C , ^{18}O , ^3H e ^{14}C). De forma a interpretar a evolução hidrogeoquímica do sistema profundo e contribuir para a delimitação da respectiva área de recarga foram igualmente colhidas amostras de água dos sistemas aquíferos mais superficiais e de fraca mineralização. Paralelamente, foram realizados estudos de geofísica tendo-se obtido dois perfis de resistividade, estimativas de porosidade e identificação de zonas preferenciais de circulação de fluidos termominerais. As águas subterrâneas de Monção, classificam-se como bicarbonatadas-sódicas, revelando forte dependência das formações geológicas envolventes. Os resultados das análises isotópicas realizadas parecem indicar que: i) a contribuição das águas do rio Minho para o sistema deverá ser mínima a inexistente; ii) a área de recarga do sistema termomineral deverá situar-se a sul de Caldas de Monção, em torno dos 400 m de altitude (com base nos valores de $\delta^{18}\text{O}$ determinados nas amostras de água dos furos AC1 e AC2 de Caldas de Monção e nas nascentes pouco mineralizadas da região); iii) as idades aparentes em ^{14}C obtidas para as águas termominerais foram respectivamente 14,1 e 18,5 ka BP nos furos AC2 e AC1 respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: Águas termominerais, isótopos ambientais (^{18}O , ^3H e ^{14}C), altitude de recarga, geofísica.



7º Congresso da Água
Água – Qualidade de Toda a Vida

ECOHIDRÁULICA

DIMENSIONAMENTO DA PASSAGEM DE PEIXES DO AÇUDE-PONTE DE COIMBRA

Alexandra BARBOSA

*Engª Civil, Rua Jorge de Castilho, 17, 2725-491, Mem Martins, +351.21.9211099,
alexandra_barbosa@yahoo.com*

Carlos M. RAMOS

*Engº Civil, LNEC, Av.do Brasil, 101, 1700-066, Lisboa, +351.21.8443000,
cmramos@lnec.pt*

Graça JORGE

*Engª Civil, HIDROPROJECTO, Engenharia e Gestão S.A., Av. Marechal Craveiro Lopes, 6, 1749-010, Lisboa, +351.21.7513000,
gjorge@hidroprojecto.pt*

RESUMO: Os açudes ou barragens alteram inevitavelmente as características ecológicas dos cursos de água, constituindo o impedimento mais comum à realização das diferentes fases do ciclo biológico dos peixes migradores.

O Açude-Ponte de Coimbra constitui a primeira barreira intransponível para os peixes migradores que sobem o rio Mondego. Apesar de dispor actualmente de uma passagem de peixes, a mesma tem-se mostrado ineficaz, não cumprindo com os seus objectivos.

Esta falta de eficácia aliada à necessidade de permitir a transposição das espécies migradoras levou à elaboração de um novo dispositivo de transposição para o local.

Com a presente comunicação pretende-se apresentar os estudos e ensaios que estiveram por base no dimensionamento da futura passagem de peixes do Açude-Ponte de Coimbra.

PALAVRAS-CHAVE: Ecohidráulica, peixes migradores, passagem de peixes, dimensionamento

DESENVOLVIMENTO DE UMA UNIDADE DE DEMONSTRAÇÃO DE PASSAGENS PARA PEIXES POR BACIAS SUCESSIVAS

ANTÓNIO N. Pinheiro

Eng.º Civil, Professor Associado do Departamento de Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, Avª Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, 218418144, apinheiro@civil.ist.utl.pt

ANA M. Silva

Eng.ª Florestal, Departamento de Engenharia Florestal, Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda 1349-017 Lisboa, 213653492, anamsilva@isa.utl.pt

Maria T. Ferreira

Bióloga, Professora Associada do Departamento de Engenharia Florestal, Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda 1349-017 Lisboa, 213653487, terferreira@isa.utl.pt

JOSÉ F. Melo

Eng.º Civil, Investigador Auxiliar do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Avª do Brasil 101, 1700-066 Lisboa, 218443455, jfmelo@lnec.pt

JORGE Bochechas

Eng.º Silvicultor, Mestre em Hidráulica e Recursos Hídricos, Direcção Geral das Florestas, Avª Cristóstomo 28, 1069-040 Lisboa, 213547307, jorge.bochechas@dgf.min-agricultura.pt

RESUMO: O presente trabalho tem como objectivo o desenvolvimento de uma unidade de demonstração (UD) de uma passagem para peixes por bacias sucessivas adaptada a espécies ciprinícolas existentes em Portugal, nomeadamente barbos (*Barbus* sp) e bogas (*Chondostroma* sp.). Estas espécies encontram-se presentes na quase totalidade dos rios Portugueses, mas são poucos os estudos incidentes sobre o seu comportamento face a um crescente número de obstáculos e dispositivos de transposição. A unidade de demonstração deverá permitir a simulação e experimentação de diferentes parâmetros hidráulicos e a avaliação da influência dos mesmos no comportamento das espécies em estudo.

A unidade encontra-se em fase de instalação no Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), sendo constituída por um máximo de 10 bacias integradas num canal com comprimento total de 10 m. A instalação compreende ainda dois tanques, a jusante e a montante, servindo o primeiro para aclimação dos peixes a serem testados.

Os indivíduos a testar (espécie/classe de dimensão) colocados no tanque a jusante, serão submetidos à acção de diversos estímulos hidráulicos e ambientais, que deverão desencadear diferentes tipos de comportamento na sua progressão para montante. As diversas combinações de parâmetros testadas deverão permitir uma melhor compreensão do comportamento das espécies ciprinícolas face às passagens para peixes por bacias sucessivas.

PALAVRAS-CHAVE: Ecohidráulica, passagem para peixes, bacias sucessivas, espécies ciprinícolas.

A UTILIZAÇÃO DO “*RIVER HABITAT SURVEY*” NA GESTÃO AMBIENTAL DE ECOSISTEMAS FLUVIAIS. POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES.

Daniel OLIVEIRA¹; Alexandre FERNANDES²; Joana RAPAZOTE²; Luís TEIXEIRA²; Rui BRIOSO²; Cláudia VALENTE²; Fernanda TEIXEIRA²; Maria MEDEIROS² e Rui CORTES³

¹ Eng.º Florestal, Investigador Assistente, Centro de Estudos em Gestão de Ecossistemas, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 5000-911 Vila Real, Portugal danielq@utad.pt

² Finalistas da Licenciatura em Eng.ª Ambiental e dos Recursos Naturais, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

³ Professor Catedrático, Departamento Florestal, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Dpto. Florestal 5000-911 Vila Real, Portugal, rcortes@utad.pt

RESUMO: É notoriamente difícil analisar o grau de perturbação antropogénica de sistemas fluviais devido à complexidade que lhes é inerente. Todavia, muitas das prioridades da gestão ambiental exigem formas de amostragem que permitam a caracterização dos locais de amostragem e a monitorização das diferenças encontradas, especialmente quando o objectivo é requalificação de cursos de água. Se adicionarmos a isto a crescente necessidade de estabelecer critérios eficazes de avaliação ambiental em ecossistemas fluviais de acordo com as especificações da Directiva-Quadro da Água, é patente a importância de encontrar métodos eficazes de avaliação do meio físico. O “*River Habitat Survey*” (RHS), desenvolvido pela *Environmental Agency* (Reino Unido), oferece um método semi-objectivo para avaliação da qualidade dos habitats fluviais. Contudo, esta metodologia foi desenvolvida e testada em cenários diferentes daqueles que normalmente caracterizam os ecossistemas fluviais portugueses. Neste contexto, o RHS foi aplicado em dois segmentos fluviais, do Norte de Portugal (o rio Corgo em Vila Real e rio Tâmega em Chaves), sujeitos a pressões antropogénicas distintas. A aplicação do RHS teve em conta a necessidade de caracterizar as áreas de intervenção do ponto de vista ambiental com o intuito de aquilatar o impacto das perturbações exercidas ao longo dos troços em estudo, de modo a introduzir medidas correctoras tendentes a requalificar habitats degradados e a incrementar a biodiversidade local. O estudo revelou que o RHS é uma metodologia viável com inúmeras potencialidades ao nível da caracterização e avaliação ambiental dos ecossistemas fluviais, tendo, no entanto, apresentado algumas limitações dado ser afectado pela variabilidade natural dos ecossistemas estudados.

PALAVRAS-CHAVE: galerias ribeirinhas, avaliação ecológica, River Habitat Survey, habitats fluviais, Directiva-Quadro da Água.

CAUDAIS ECOLÓGICOS EM PEQUENOS APROVEITAMENTOS HIDROELÉCTRICOS: COMPARAÇÃO DE MÉTODOS DE DEFINIÇÃO COM BASE EM DOIS CASOS DE ESTUDO.

Maria M. PORTELA

Professora Auxiliar. IST. DECivil, Av. Rovisco Pais, 1049-001, Lisboa, +351 218418142, mps@civil.ist.utl.pt

RESUMO: As principais variáveis necessárias à caracterização de habitats aquáticos em rios e, consequentemente, ao estabelecimento do regime de caudais de manutenção ecológica a garantir em pequenos aproveitamentos hidroeléctricos, são, de modo geral, dependentes dos caudais naturais, os quais determinam intrinsecamente as características morfológicas, hidráulicas e, por extensão, biológicas dos cursos de água, contendo, assim, a informação necessária para definir a organização física do meio fluvial e o funcionamento biológico do ecossistema.

Por tal motivo, o estabelecimento do regime de caudais de manutenção ecológica para uma dada secção de um curso de água é frequentemente fundamentado na análise das características da série de caudais afluentes em regime natural a tal secção.

Tanto quanto se tem conhecimento, os caudais ecológicos afectos a pequenos aproveitamentos hidroeléctricos têm sido, até à data, essencialmente fixados em percentagens das médias dos respectivos caudais médios diários (ou módulos), pressupondo-se o seu lançamento prioritário para jusante das obras de retenção, desde que os caudais naturais afluentes permitam. Por parte das entidades licenciadoras, detectam-se, contudo, indícios de que outros métodos poderão vir a ser impostos.

No anterior contexto, comparam-se diferentes métodos de estabelecimento de caudais ecológicos em pequenos aproveitamentos hidroeléctricos baseados na utilização de registos hidrométricos e analisam-se algumas das consequências relativas de tais métodos, em termos de características hidráulicas dos regimes de escoamento a que conduzem e de volumes afectos a fins ecológicos e, consequentemente, à produção hidroeléctrica.

PALAVRAS-CHAVE: Pequenos aproveitamentos hidroeléctricos (AHE), caudais de manutenção ecológica.

UTILIZAÇÃO DE RADIO-TELEMETRIA NO ESTUDO DE SELECÇÃO DE HABITAT DO BARBO COMUM (*BARBUS BOCAGEI*) NO RIO ALVA

Paulo J. PINHEIRO

Eng.º Florestal, Departamento de Engenharia Florestal, Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda 1349-017 Lisboa, 213653492,
pjpinho@isa.utl.pt

José M. SANTOS

Eng.º Florestal, Departamento de Engenharia Florestal, Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda 1349-017 Lisboa, 213653492,
jmsantos@isa.utl.pt

António C. ALBUQUERQUE

Eng.º Florestal, Departamento de Engenharia Florestal, Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda 1349-017 Lisboa, 213653492,
aalbuquerque@isa.utl.pt

Maria T. FERREIRA

Bióloga, Departamento de Engenharia Florestal, Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda 1349-017 Lisboa, 213653487,
terferreira@isa.utl.pt

RESUMO: O objectivo do presente trabalho é a avaliação da selecção de habitat e a monitorização da mobilidade de indivíduos adultos de barbo comum (*Barbus bocagei*), ao longo de um troço do rio Alva. Como o trabalho se insere num estudo sobre a eficiência das passagens para peixes em pequenas obras transversais, foi analisado igualmente se estes ciprinídeos utilizavam uma passagem para peixes instalada num empreendimento hidroeléctrico, existente na secção do rio Alva em avaliação. Para o efeito recorreu-se à radio-telemetria. Os transmissores foram implantados nas barbatanas dorsais dos *B. bocagei*, tendo os indivíduos marcados sido libertados a jusante do empreendimento hidroeléctrico. A monitorização das suas localizações foi efectuada com uma periodicidade aproximadamente mensal, utilizando uma antena portátil e efectuando percursos a pé ao longo das margens, e em alguns locais no leito do rio, com o auxílio de um barco pneumático. Em permanência encontrava-se uma antena fixa nas imediações da mini-hídrica, conectada ao *data-logger*, que efectuava registos em contínuo, de forma a observar se os barbos se aproximavam da passagem para peixes. Constatou-se que maioritariamente os *B. bocagei* se localizaram em *pools*, que são locais de maior profundidade, o que os torna preferencialmente seleccionados por indivíduos adultos, não tendo sido registadas migrações para desova. Este comportamento pode ter duas explicações: os locais onde se encontravam forneciam-lhes boas condições para reprodução, ou em virtude do reduzido caudal existente nos meses de Verão tornou os açudes intransponíveis, impedindo assim as migrações dos barbos, não tendo mesmo nenhum dos *B. bocagei* marcados aproximado-se da mini-hídrica.

PALAVRAS-CHAVE: Telemetria, *Barbus bocagei*, passagens-para-peixes, mobilidade, rio Alva.