APRH
ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DOS RECURSOS HÍDRICOS

10° congresso da ÁGUA

"Marcas d'Água"

21 a 24 de Março de 2010 - Hotel Pestana Alvor Praia, Algarve

Editado por:

APRH - Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos

a/c LNEC – Av. do Brasil, 101 – 1700-066 Lisboa

Tel. 21 844 34 28 | Fax 21 844 30 17

E-mail: aprh@aprh.pt

Site: www.aprh.pt

Design da capa e produção:

GO GETTER, pub. e mktg, lda

Rua Visconde de Santarém, 12 – 3º Dto

1000-287 LISBOA

Tm. 919 621 011 | Tel. 218 409 001 | Fax 218 409 001

E-mail: mail@gogetter.pt

Site: www.gogetter.pt

ISBN: 978-972-99991-9-2

Deposito Legal No 307886/10

HOTEL PESTANA ALVOR PRAIA, ALGARVE

21 A 24 DE MARÇO DE 2010

RESUMOS DE COMUNICAÇÕES

APRH ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DOS RECURSOS HÍDRICOS

Os resumos estão organizados por temas.

Texto elaborado a partir da reprodução directa dos originais preparados pelos autores, a quem cabe a responsabilidade por possíveis erros ou omissões.

ÍNDICE

SESSÃO 1

SALA BRASIL

Alterações climáticas, processos hidrológicos e águas subterrâneas

Planeamento e gestão em bacias hidrográficas e áreas urbanas

45 - Estudo do impacto das alterações climáticas nos recursos hídricos subterrâneos em zonas costeiras de Portugal, Espanha e Marrocos 3
Tibor Stigter, Luís Ribeiro, Rodrigo Oliveira, Javier Samper, Younes Fakir, José Paulo Monteiro, João Pedro Nunes, Bruno Pisani, Paula Tavares, Luís Fonseca

104 - Desenvolvimento de uma metodologia para avaliação de impactos qualitativos dos fogos nas águas subterrâneas: Aplicação aos casos de estudo do Vale de Manteigas e de Mação 6
J. P. Lobo Ferreira, Maria Emília Novo, Maria Helena Lopes, Luís Quinta-Nova, Paulo Fernandez, Teresa Leitão, Isabel Laranjeira, Eduardo Paralta, Manuel Oliveira

131 - Reservas estratégicas de água subterrânea na região centro (Projecto IMAGES) 8
Teresa Condesso de Melo, Judite Fernandes, Carla Midões, Carlos Costa Almeida, Helena Amaral, Ana Rita Gomes, Maria José Madruga, Manuel Marques da Silva, João Lopo Mendonça

141 - Água, território e planeamento. Integração territorial da gestão da água..... 9
Susana Neto

179 - Plano de ordenamento do estuário do Tejo. Oportunidades e desafios 10
Margarida Cardoso da Silva, Gabriela Moniz dos Santos

SESSÃO 2

SALA MADEIRA

Hidrodinâmica

52 - Hidrodinâmica de escoamentos com superfície livre e fronteiras rugosas. Teoria e aplicações..... 15
Rui Ferreira, Ana Ricardo, Lara Ferreira, João Lea, Mário Franca

83 - Análise de escoamento em canais de secção composta. Caracterização experimental e modelação 1D..... 16
João Nuno Fernandes, David Pinto, João Leal, António H. Cardoso

99 - Aplicação da metodologia de dupla-média espácio-temporal na análise de escoamentos fluviais sobre leito de seixo rolado 17
Mário Franca, Rui Ferreira, João Leal, Ulrich Lemmin

61 - Modelação do processo de formação da cheia induzida pela rotura do dique Van Coc no rio Vermelho..... 19
Teresa Viseu, Sílvia Amaral, Paula Antão da Silva

95 - Caracterização da onda de inundação em caso de ruptura da barragem de Odelouca 22
Rui Ferreira, João Leal, Miguel Gamboa, Carla Cupido, Mário Franca

SESSÃO 3

SALA MOÇAMBIQUE

Protecção e qualidade da água

103 - Evolução hidrogeoquímica da água das termas de Monte Real, Leiria (Portugal Central) 27
Bárbara Cordeiro, José Martins de Carvalho, José M.Azevedo

145 - Caracterização hidrogeológica da água de nascente Fonte da Fraga..... 29
Eric Mendes, Luís Manuel Gomes, Teresa Condesso de Melo, Luís Ribeiro

71 - Estudo hidrogeoquímico e estatístico da presença de nitratos nas águas subterrâneas na zona superior das aluviões do Mondego..... 30
Ana Andrade, Tibor Stigter

115 - Protecção de origens de água subterrânea na região autónoma dos Açores. Delimitação de zonas de protecção de captações de água para consumo humano 32
Sandra Mendes, Dina Pacheco, Rui Coutinho, Paulo Antunes, José Cruz, João Gaspar

120 - Contributos para a qualidade da água da lagoa das Furnas, São Miguel, Açores. Relações entre o crescimento de cianobactérias e medidas de factores abióticos..... 33
Armando Mendes, Sandra Mendes, Dina Pacheco, João Gaspar, Conceição Santos

SESSÃO 4

SALA CABO VERDE

Serviços de água e saneamento

125 - PASt21 - Iniciativa nacional de avaliação de desempenho de ETA e ETAR urbanas..... 37
Maria João Rosa, Pedro Ramalho, Catarina Silva, Paula Vieira, Sílvia Quadros, Helena Alegre

50 - Relação custo-benefício de diferentes sistemas de tratamento de águas residuais em pequenos aglomerados urbanos..... 38
Helena Simão, Alfeu Sá Marques

22 - Simulação dinâmica do sistema de saneamento de S. João da Talha, Loures 39
Filipa Ferreira, José Saldanha Matos, Paulo Inocêncio, Pedro Póvoa

65 - Impacto das afluências de origem pluvial num pequeno sistema de drenagem de águas residuais..... 40
André Pinto, Maria Adriana Cardoso, Rita Ribeiro, Maria do Céu Almeida

29 - Viabilidade económica de um aproveitamento de água pluvial. Caso de estudo numa urbanização de Vila Real – Portugal..... 41
Luís Pereira, Cristina Matos, Isabel Bentes

SESSÃO 5

SALA BRASIL

Planeamento, gestão e sustentabilidade

142 - Responding to a changing world: large dams, bigger dreams and the impact of changing community values about water. Guadiana river basin (Portugal) and the Ord River Basin (Australia)..... 45
Susana Neto, Jeff Camkin

123 - Voluntariado ambiental para a água. 1.ª acção de formação sobre conservação e sustentabilidade dos ecossistemas de água doce 46
Sofia Delgado, Paula Vaz, Manuela Morais, Paulo Pinto, Alexandra Chícharo, Luís Chícharo, Ana Cristina Madeira

181 - Avaliação ambiental estratégica – AAE na elaboração de planos de ordenamento de albufeiras 48
Maria José Lucena e Vale, Remi Guy da Silva Authier, José Matos Silva, Sara Lemos

75 - Construção de um modelo hidrológico da bacia de Aljezur em HEC HMS apoiada em ferramentas SIG..... 49
João Jacob, Nuno Charneca, Rita Carvalho, Luís David

147 - The Australia Water Association. Trusted leadership in sustainable water management 50
Jeff Camkin

SESSÃO 6

SALA MADEIRA

Segurança, situações de emergência e hidrodinâmica

Protecção e qualidade da água e dos ecossistemas

2 - Sistemas de suporte à decisão em recursos hídricos - caso de estudo na bacia hidrográfica do rio Pinhão..... 53

Luís Filipe Fernandes, Maria João Lordelo Marques, Levi Roçadas Pires, Alda Pereira, João Paulo Moura

19 - Delimitação de áreas inundáveis por acção fluvial. Aplicação ao rio Séqua/Gilão na área urbana de Tavira 54
Jorge Manuel Isidoro, Vera Rocheta, Rui Miguel Lança

97 - Caracterização do risco e sistemas de alerta e aviso do plano de emergência interno da Barragem de Odelouca 55
Miguel Gamboa, Paula Ferrajota, Mónica Cabrita, Rui Ferreira, Marisa Viriato, Mário Franca

167 - Modelo RIVER2D. Análises de sensibilidade à discretização da malha e à rugosidade..... 57
Isabel Boavida, António N. Pinheiro

38 - Efeitos da radiação ultra-sónica em cianobactérias 58
Ana Claro, Helena Muelle, Mário Diniz, Maria Conceição Santos

127 - Materiais de construção em contacto com água destinada ao consumo humano no sistema de abastecimento da EPAL. Medidas de controlo do risco 59
André Lopes, Vitor Cardoso, Rui Carneiro, Elisabete Ferreira, Maria João Benoliel

170 - Pesquisa de microrganismos patogénicos emergentes na água captada pela EPAL..... 60
Ana Ribeiro, Dora Figueiredo, Célia Serras Neto, Elisabete Ferreira, Maria João Benoliel

SESSÃO 7

SALA MOÇAMBIQUE

Águas subterrâneas

108 - Hidrodinâmica da Lagoa da Ervedeira (Leiria) e sua relação com o aquífero freático local..... 63
Rui Andrade, José Azevedo, Fernando Figueiredo

113 - Modelação de águas subterrâneas do concelho do Seixal 65
Nuno Barreiras, Albino Medeiros, José António de Almeida

26 - Subsidência de terrenos por extracção de água subterrânea. Aplicação ao caso de estudo da zona industrial de Vialonga 66
Luís Oliveira, João Paulo Lobo Ferreira, Jaime Cabral, Albino Medeiros, Sandra Heleno

106 - Caracterização hidrogeológica do flanco oriental do sinclinal do Buçaco na região de Midões, Penacova 67
José M. Azevedo, Filipe Félix, Fernando Figueiredo

44 - Estudo isotópico das águas subterrâneas da região de Beja 69
Eduardo Paralta, Luís Ribeiro

87 - Estimativa da recarga utilizando um balanço hídrico sequencial mensal 70
Manuel Mendes Oliveira

105 - Metodologias de mitigação dos impactos dos fogos - Enquadramento e avaliação de estratégias de acção 71
Maria Emília Novo

SESSÃO 8

SALA CABO VERDE

Hidrodinâmica

Novos conhecimentos e inovação no sector da água

37 - Tensão tangencial e dissipação de energia em regime transitório (modelos 1-D e 2-D) 75
José M. Abreu, A. Betâmio de Almeida

166 - Capacidade de vazão de descarregadores com soleira em labirinto em condições de afogamento 76
Ruth Lopes, Jorge Matos, José Falcão de Melo

135 – Análise de efeitos dinâmicos em aproveitamentos hidroeléctricos 77
Pedro Morgado, Helena Ramos

137 – Caracterização hidrodinâmica em singularidades de circuitos hidráulicos 80
Ana Pereira, Helena Ramos

121 - Modelação hidráulica em regime variável de escoamentos sob pressão. Análise do comportamento de válvulas redutoras de pressão 83
Rui Daniel Pina, José Alfeu Sá Marques, Nuno Eduardo Simões

114 - Hidrodinâmica do escoamento 3D em micro turbinas 84
Mariana Simão, Helena Ramos

12 - Gestão de dados e produção de informação em sistemas de tratamento e abastecimento de água para consumo humano. Um caso de estudo: Águas do Algarve 87
Paulo Correia, Rui Sancho, Cláudio Tenório, António Barreiros, Helena Lucas

SESSÃO 9

SALA BRASIL

Quadro normativo e regulação

Novos conhecimentos e inovação no sector da água

160 - Beneficiação do tratamento de águas residuais do sistema de saneamento da Costa do Estoril 91
António Santos Silva, Carlos Custódio, Maria João Fernandes

173 - A criação das parcerias das "Baixas" 1 - A elaboração do Planos Directores pelos consultores 92
António Jorge Monteiro, Arnaldo Sá Frias, Maria Vaz da Silva

174 - A criação das parcerias das "Baixas" 2 - O acompanhamento técnico da Águas de Portugal 93
Alexandra Serra, Katila Ribeiro, Luís Manouros, Daniel Mendes, Luís Machado, Rita Ferreira

175 - A criação das parcerias das "Baixas" 3 - A solução SIMBA como ferramenta de suporte 94
Carlos Godinho, Ana Cunha, Florbela Coelho, Patrícia Eufrásio, Rui Ribeiro, Katila Ribeiro

176 - A criação das parcerias das "Baixas" 4 - Principais resultados a nível nacional 95
Francisco Narciso, Miguel Baptista, Alexandra Serra, Katila Ribeiro

SESSÃO 10

SALA MADEIRA

Processos hidrológicos e situações extremas

86 - Variabilidade temporal e espacial das secas em Portugal Continental 99
João Filipe Santos, Inmaculada Pulido Calvo, Maria Manuela Portela

46 - Variabilidade e tendências da precipitação anual e mensal em Portugal 101
M.Isabel P. de Lima, Sílvia Carvalho, João P. de Lima, M. Fátima Coelho

157 - Cálculo da precipitação máxima com média duração em Portugal Continental 102
Mariana Gomes Correia, Maria Manuela Portela, José Manuel Morais

156 - Caracterização de secas em bacias hidrográficas de Portugal Continental: aplicação do índice de precipitação padronizada, SPI, a séries de precipitação e de escoamento 106
João Filipe Santos, Maria Manuela Portela

111 - Definição de unidades de análise para prevenção, avaliação e gestão de situações de seca. Aplicação ao caso da bacia do rio Guadiana 108
Eduardo Vivas, Cristina Silva, Luís Correia, Rodrigo Maia

5 - Gestão transfronteiriça do risco de seca na Europa Mediterrânica. Uma proposta metodológica para a bacia hidrográfica do Guadiana 109
Afonso do Ó

SESSÃO 11

SALA MOÇAMBIQUE

Hidráulica marítima e costeira

72 - Análise temporal, espectral e de erros no pacote SOPRO. Aplicações 113

Conceição Fortes, Liliana Pinheiro, João Alfredo Santos

1 - Estudo de ressonância na bacia de adução de Sines 114
Maria da Graça Neves, Conceição Fortes, Liliana Pinheiro, L. Matos

42 - Modelação numérica do galgamento de uma estrutura costeira impermeável usando um modelo lagrangiano..... 116
Eric Didier, Maria da Graça Neves

60 - O atrito de fundo no modelo BOUSS3W. Aplicação à praia de Faro 118
Liliana Pinheiro, Conceição Fortes, Teo Moura, Paulo Teixeira

171 - Desenvolvimentos recentes do sistema GUIOMAR. Aplicação ao Caso de Sines 120
Diogo Neves, Conceição Fortes, Rui Capitão, Catarina Zózimo, Liliana Pinheiro

55 - Simulação da propagação de ondas sobre um recife artificial. Modelação numérica com o modelo COULWAVE..... 122
Ana Mendonça, Conceição Fotes, Rui Capitão, Maria da Graça Neves, José S. Antunes do Carmo

58 - Metodologias de aquisição e análise da agitação marítima na praia da Amoreira..... 124
Rui Capitão, Conceição Fortes, Martha Guerreiro

SESSÃO 12

SALA CABO VERDE

Serviços de água e saneamento

Uso eficiente da água

47 - Procura residencial de água em Portugal. Existem razões de eficiência para o uso de tarifários crescentes por escalões?..... 129
Henrique Monteiro

11 - Eficiência hídrica em edifícios. Situação e perspectivas em Portugal..... 130
Armando Silva-Afonso, Carla Rodrigues

57 - Optimização energética no dimensionamento de sistemas elevatórios de águas residuais 131
Pedro Leite, Eduardo Vivas, Paulo Monteiro, Luís Tentúgal Valente

48 - Estimação de uma função de custos para o sector português de abastecimento de água e saneamento 132
Henrique Monteiro

54 - Modelo OPTISM - um modelo para a gestão optimizada de sistemas regionais de abastecimento de água..... 133
João Vieira, Maria da Conceição Cunha, Luís Nunes, José Paulo Monteiro, Luís Ribeiro, Tibor Stigter, João Nascimento, Helena Lucas

64 - Análise de condições de fronteira internas em modelos baseados no conceito "Dual Drainage" 135
Jorge Leandro, José Abreu, João P. de Lima, Rita Carvalho, Slobodar Dlordjevic

109 - EPANET de alto desempenho. Proposta de uma abordagem de cálculo multi-núcleo..... 136
João Muranho, Ana Ferreira, Abel Gomes, Alfeu Sá Marques

SESSÃO 13

SALA BRASIL

Protecção e qualidade da água e dos ecossistemas

Novos conhecimentos e inovação no sector da água

53 - A qualidade das bases de dados como factor crucial em estudos ambientais: condições de referência e tipologia com base piscícola para rios portugueses 141
João Oliveira, Rui Cortes, Amílcar Teixeira, José Santos, Paulo Pinheiro, Maria T. Ferreira, Jorge Bochechas, João Ferreira, João Pádua

70 - Um exemplo dum programa de requalificação fluvial integrada. O caso da ribeira de Odelouca (bacia do Arade) 143
Rui Cortes, Joaquim de Jesus, Isabel Boavisa, Samantha Hughes, Simone Varandas

165 - Protecção das origens superficiais e subterrâneas nos sistemas de abastecimento de água 144
João Paulo Lobo Ferreira, João Soromenho Rocha, Teresa E. Leitão, Manuel M. Oliveira, Ana Estela Barbosa

4 - Gestão integrada e sustentável da qualidade das águas subterrâneas em Portugal. Contributos para um Bom Estado em 2015 146
Teresa E. Leitão

79 - Investimento em acções de investigação, desenvolvimento e sensibilização ambiental no sector da água e benefícios para o serviço prestado..... 148
Susana Pereira, Artur Ribeiro, Teresa Evengelista, Helena Lucas

SESSÃO 14

SALA MADEIRA

Segurança, risco e situações de emergência

94 - Análise de risco de cheias utilizando um modelo hidrológico distribuído em regime variável..... 153
Rosa Trancoso, Frank Braunschweig, Miguel Gamboa, Mário Franca

98 - Plano de acção do plano de emergência interno da barragem de Odelouca..... 154

Mário Franca, Rui Ferreira, João de Sousa, Miguel Gamboa

124 - O novo paradigma de gestão dos sistemas de drenagem da cidade de Coimbra - Causas das inundações na Praça 8 de Maio, em Coimbra e propostas de intervenção 156
Rui Silva Pina, Joaquim Sousa, Jorge Temido, Alfeu Sá Marques

136 - Modelação hidráulica de cheias urbanas. A cheia de 9 de Junho de 2006 em Coimbra 157
Nuno Simões, João Paulo Leitão, Rui Pina, Alfeu Sá Marques, Cedo Maksimovic, Gil Gonçalves

49 - Avaliação da vulnerabilidade de redes de abastecimento de água 158
Jorge Pinto, Luís Afonso, Humberto Varum, António Duarte, Isabel Bentes

138 - Avaliação de risco para os recursos hídricos em caso de rejeição de substâncias perigosas 160
Anabela Rebelo

SESSÃO 15

SALA MOÇAMBIQUE

Hidráulica marítima e costeira

16 - Aplicação da modelação matemática ao cálculo de caudais e prismas de maré em sistemas estuarinos 163
António Duarte, José Vieira

34 - Influência do vento local na transferência da agitação marítima para o porto da Praia da Vitória 164
João Alfredo Santos, Sara Rodrigues, Liliana Pinheiro, Conceição Fortes, Anabela Simões, Eduardo Brito de Azevedo

88 - Dimensionamento optimizado de quebramares de taludes 166
Francisco Taveira Pinto, Paulo Cunha

76 - Efeito das obras da embocadura na hidrodinâmica do estuário do rio Douro 167
José Pinho, José Vieira, Diogo Neves

89 - Avaliação experimental da transmissão em quebramares submersos 168
Francisco Taveira Pinto

18 - Efeito das descargas de águas residuais e emissários submarinos na produção primária da costa sul da ilha da Madeira. Amostragem e modelação numérica da ilha da Madeira 169
Francisco Campuzano, Susana Nunes, Madalena Malhadas, Duarte Nunes Hilda de Pablo, Ramiro Neves

21 - Estudo da avaliação probabilística de riscos no projecto de emissários submarinos e de tomadas de água 170
Maria Teresa Reis, Maria da Graça Neves, Pedro Figueira, António Pacheco, António Correia

SESSÃO 16

SALA CABO VERDE

Protecção e qualidade da água

134 - Avaliação da transformação de contaminantes organoclorados em águas subterrâneas 175
Helena Amaral, Christoph Aeppli, Michael Berg, René P. Schwazenbach, Rolf Kipfer

8 - Sistemas intensivos e compactos de fitodepuração de águas residuais. Teoria e prática..... 176
Veríssimo Dias

13 - Estudo de remoção de bromato usando carvão activo em pó na ETA de Alcantarilha..... 177
Ana Assunção, Rui Sancho, Raúl Barros, Helena Lucas

168 - A gestão integrada dos resíduos nos processos de tratamento de água e efluentes. O suporte oferecido pela plataforma NAVIA..... 178
Clarisse Matos, Jorge Tavares

169 - NAVIA - Gestão operacional de sistemas de água e efluentes - uma solução para a operação..... 179
Jorge Tavares, Carlo Costa, Gualtino Barrocas

27 - Coagulação, floculação e flotação por ar dissolvido na remoção de matéria orgânica natural..... 180
Vânia Sousa, Helena Lucas, Margarida Teixeira, Rita Baptista

180 - Proposta de quadro de qualidade de água residual tratada na óptica de reutilização para rega..... 181
António Martins, Manuel Soares, Joaquim Freire, Rosário Coelho, Rita Baptista, Fernando Godinho, Manuel Costa

SESSÃO 17

SALA BRASIL

Planeamento, gestão e sustentabilidade

139 - Metodologia para definição de planos de fiscalização em águas interiores, com base em caracterização de risco 185
captações de águas subterrâneas e rejeição de águas residuais - Anabela Rebelo, Beatriz Neves

32 - Modelação matemática em aquíferos costeiros. Aplicação a dois casos de estudo em países africanos: Angola e Tunísia 186
Patrícia Terceiro, Luís Oliveira, J.P. Lobo Ferreira, Gabriel Luís Miguel, Noureddine Gaaloul, Erika da Justa Teixeira Rocha

74 - Gestão de recursos hídricos no processo do desenvolvimento sustentável de Cabo Verde: a study case - Ilha de Santiago..... 187

Marize Freitas de Almeida Gominho

132 - Utilização de metodologias integradas na produção da Carta Geoambiental da Cidade da Beira, Moçambique. Resultados preliminares 188
Judite Fernandes, Maria João Batista, Elsa Ramalho, Lídia Quental, Ruben Dias, Grácio Cune, Elias Daudi, Dino Melisse, Tomás Oliveira, Ussene Ussene, Vitoe Manhiça

144 - The driest inhabited continent on earth and getting drier: some successes and ongoing challenges for water reform in Australia 189
Jeff Camkin

SESSÃO 18

SALA MADEIRA

Novos conhecimentos e inovação no sector da água

Monitorização de águas interiores

24 - Serão os ensaios de comparação interlaboratorial uma ferramenta de comparabilidade na perspectiva da Directiva-Quadro da Água? 193
Maria Trancoso, Ana Sousa, Filomena Mouro, Sandra Calisto, Zelia Figueiredo

110 - Rede de monitorização instalada na zona sensível da albufeira de Valência, Espanha. Objectivos, descrição do sistema instalado e planos de futuro 194
Pedro Agostinho, Juan Carlos Galeano

128 - Compostos orgânicos emergentes nas origens de água para consumo humano. Um risco desconhecido? 195
Ana Penetra, Alexandre Rodrigues, Vitor Cardoso, Elisabete Ferreira, Maria João Benoliel

14 - Definição de índices de qualidade de serviço em sistemas de abastecimento de água 196
António Duarte, Gisela Rodrigues, Rui Ramos, Isabel Bentes

28 - Potencialidades de utilização da água cinzenta em fins urbanos não potáveis *in situ* 197
Cristina Matos, Ana Sampaio, Isabel Bentes

33 - Caracterização da qualidade das ocorrências da A22 Via Infante de Sagres, na zona de Alcantarilha 198
Ana Estela Barbosa, João Nuno Fernandes

SESSÃO 19

SALA MOÇAMBIQUE

Protecção e qualidade da água e dos ecossistemas

Água e agricultura

Águas subterrâneas

85 - Avaliação da aplicação do River Habitat Survey nos Açores 203
Carlos Medeiros, Renato Verdadeiro, Dina Medeiros, João Luís Gaspar

62 - Estudos preliminares de populações de mexilhão-de-rio (Margaritifera margaritifera L.) nos rios Rabaçal e Tuela (Nordeste de Portugal): análise do habitat e da qualidade da água e sedimentos 204
Amílcar Teixeira, Manuel Lima, Jorge Machado, Mariana Hinzmann, Rui Cortes, Simone Varandas, Filipa Antunes

36 - Relação entre poluição difusa e qualidade da água em sub-bacias do rio Vouga 206
José Silva, Juliana Santos

162 - Orientações para a elaboração de projectos de drenagem dos blocos de rega do empreendimentos de fins múltiplos de Alqueva (EFMA) 207
M. H. Alves, J. Vasquez, J. Costa Miranda, A. Carvalho, T. Ferreira, C. Martins, M. Barros, J. Campos, M.S. Pinelam P. Cunha, H. Dias, J. Pereira, M. Frazão, P. Rocha

172 - Avaliação do desempenho socio-económico na agricultura de regadio: uma aplicação ao perímetro de rega do Caia 210
Rui Santos , Pedro Beça, Paula Antunes, Vanja Karadzic

178 - Prospecção geofísica aplicada ao estudo do aquífero das Corgas, Sazes do Louvão (Penacova) 211
Fernando Figueiredo, Lídia Catarino, José Azevedo, Nelson Rodrigues, Jorge Serafino

116 - Resultados de prospecção electromagnética nos domínios frequência e tempo - caso de estudo: Montouro (Cantanhede) 213
Carla Correia, Ricardo Cruz, Fernando Figueiredo, Nelson Rodrigues, João Azevedo

SESSÃO 20

SALA CABO VERDE

Monitorização de águas costeiras

Quadro normativo e regulação

Água e energia

20 - Ferramentas inovadoras para a monitorização ambiental na costa oeste portuguesa 219
Madalena Malhadas, Adélio Silva, Paulo Leitão, Ramiro Neves, Sandra Carvalho

122 - 13 anos de monitorização da descarga do emissário submarino da Guia – Integração na DQA 220
Cristina Santos, Justina Catarino, Alexandra Barreiros, Maria Trancoso, Eugénia Marques, Carla Garcia, Ramiro Neves, Vânia Guerreiro, Catarina Lopes

161 - Águas balneares e ribeiras da Costa do Estoril. Actividades de monitorização das águas balneares e das ribeiras da área geográfica do Sistema de Saneamento da Costa do Estoril (SSCE) 222
Carla Carvalho, Catarina Vasques

10 - Esposende Ambiente, Eem. Serviço público de qualidade, rumo à excelência 223
Alexandra Roeger, Elisabete Capitão, Filipe Palmeiro, José António Fernandes, Marta Fernandes, Mónica Nogueira, Pedro Capitão

40 - Metodologia para definição de perfil de água balnear segundo as orientações da Directiva 2006/07/CE 225
Cláudia Viegas, Ramiro Neves, Susana Nunes, Carla Carvalho, Conceição Granger

25 - Potencial energético da maré na ria Formosa. Energia da onda de maré e seu aproveitamento 226
Catarina Almeida, Paulo Silva, Mark Hadden, José Amador, Xavier Bertin

35 - Análise de cotas de inundação na praia de Vale de Lobo 227
Paulo Raposeiro, Conceição Fortes, Maria Teresa Reis

SESSÃO 1

2.ª Feira, dia 22 de Março

16:45 – 18:15

SALA BRASIL

ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS, PROCESSOS HIDROLÓGICOS E ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

PLANEAMENTO E GESTÃO EM BACIAS HIDROGRÁFICAS E ÁREAS URBANAS

ESTUDO DO IMPACTO DAS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS NOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS EM ZONAS COSTEIRAS DE PORTUGAL, ESPANHA E MARROCOS

Tibor STIGTER

Doutorado, Centro de Geo-Sistemas/CVRM, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001, Lisboa, Portugal, tibor.stigter@ist.utl.pt

Luís RIBEIRO

Doutorado, Centro de Geo-Sistemas/CVRM, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001, Lisboa, Portugal, luis.ribeiro@ist.utl.pt

Rodrigo OLIVEIRA

Doutorado, CEHIDRO, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001, Lisboa, Portugal, rpo@civil.ist.utl.pt

Javier SAMPER

Doutorado, ETS Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Universidad da Coruña, A Coruña, jsamper@udc.es

Younes FAKIR

Doutorado, Faculté des Sciences Semlalia, Université Cadi Ayyad, Marrakech, Morocco, fakir@ucam.ac.ma

José Paulo MONTEIRO

Doutorado, ICCE, Centro de Geo-Sistemas/CVRM, Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, 8005-139 Faro, Portugal, jpmontei@ualg.pt

João Pedro NUNES

Doutorado, CESAM, Universidade de Aveiro, Campus Universitário de Santiago, 3810-193, Aveiro, Portugal, jpcn@ua.pt

Bruno PISANI

Doutorado, ETS Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Universidad da Coruña, A Coruña, bpisani@udc.es

Paula TAVARES

Doutorada, Centro de Geo-Sistemas/CVRM, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001, Lisboa, Portugal

Luís FONSECA

Doutorado, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, 8005-139 Faro, Portugal, lfonseca@ualg.pt

RESUMO

Nesta comunicação apresentam-se alguns resultados do projecto CLIMWAT (CIRCLE-Med) sobre o impacto das alterações climáticas nos recursos hídricos subterrâneos costeiros e ecossistemas dependentes. Estes recursos estão sujeitos a pressões provenientes da sua exploração intensiva, o que pode levar à intrusão salina, um problema sério em muitas zonas costeiras no mundo. As alterações climáticas podem agravar este problema em regiões do Mediterrâneo, devido ao efeito conjunto da subida do nível do mar e da redução da recarga dos aquíferos, associada à esperada diminuição da precipitação e aumento da temperatura média. CLIMWAT centra a sua investigação em três sistemas costeiros: o Algarve Central em Portugal, o delta do Ebro em Espanha, e o Sahel Atlântico em Marrocos, utilizando um conjunto de metodologias baseadas em modelos climáticos, hidrológicos e hidrogeológicos. As três áreas não diferem muito em termos de clima, com uma

temperatura média anual de 17,2 ºC no Delta do Ebro, 17,4 ºC no Algarve Central e 17.5 ºC no Sahel Atlântico. A precipitação média anual é mais baixa no Sahel Atlântico (390 mm) do que no delta do Ebro (520 mm) e no Algarve Central (660 mm).

As principais tarefas a executar no âmbito do projecto estão organizadas num diagrama de fluxo apresentado na figura 1. A tarefa 1 consiste na caracterização de base, recolha de dados existentes e selecção dos locais de monitorização. Foi feito o inventário dos dados existentes sobre a hidrologia, hidrogeologia, a biodiversidade e o uso do solo. Estão a ser desenvolvidos SIGs que integram a topografia, o uso do solo, a geologia, o tipo de solo e a piezometria, entre outros dados. Os pontos de monitorização seleccionados incluem furos, poços e nascentes das redes oficiais de monitorização (piezometria e qualidade), bem como muitos pontos de observação adicionais seleccionados em locais importantes, incluindo as zonas húmidas costeiras e as zonas de descarga dos aquíferos nestes ecossistemas.

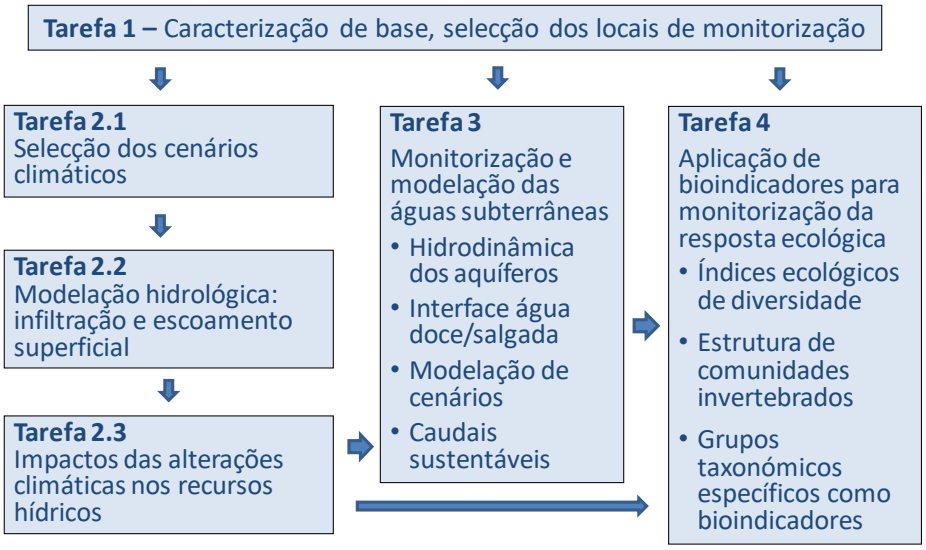


Figura 1 Diagrama de fluxo do projecto com as principais tarefas a executar

Na tarefa 2 estuda-se o impacto das alterações climáticas sobre os recursos superficiais e subterrâneas. O principal foco desta tarefa é o estudo de alterações ao ciclo hidrológico, em especial as componentes de evapotranspiração e água no solo, por forma a estimar a evolução da recarga de aquíferos. A metodologia é a modelação numérica através de modelos hidrológicos de meso-escala. Foi feita a compilação e verificação dos dados disponíveis sobre cenários de alterações climáticas e as projecções dos modelos: (i) projecto PRUDENCE, (ii) projecto ENSEMBLES, (iii) projecções os cenários do IPCC, (iv) AEMet para a geração de cenários regionais em Espanha. Relativamente aos modelos hidrológicos, estão a ser aplicados modelos matemáticos de simulação do escoamento superficial e condições hídricas do solo. Para a área de Marrocos, onde o escoamento superficial é negligenciável, a recarga de águas subterrâneas será determinada com métodos de cálculo de evapotranspiração.

A tarefa 3 consiste na monitorização e modelação das águas subterrâneas. Realizaram-se visitas de campo durante os quais se fizeram medições dos níveis piezométricos e alguns parâmetros físico-

químicos básicos. Para estudar melhor as oscilações do nível e da salinidade da água na zona de interface água doce/água salgada, sob efeito da maré e das variações sazonais da recarga e dos regimes de exploração do aquífero, instalaram-se sondas de medição em contínuo do nível, da CE e da temperatura na zona de descarga do aquífero de Querença-Silves. Os cenários climáticos desenvolvidos na tarefa 2 serão integrados nos modelos para simular o seu impacto nos aquíferos, na evolução do gradiente hidráulico e na deslocação da interface de água doce/água salgada.

O principal objectivo da tarefa 4 é o desenvolvimento de indicadores ecológicos nas zonas húmidas costeiras que recebem as descargas de água subterrânea, para a avaliação da evolução da sua disponibilidade e qualidade (nomeadamente salinidade) nas zonas de transição de água superficial /subterrânea e água doce/salgada. O estudo pretende fornecer as informações necessárias para avaliar as condições destes ecossistemas dependentes das águas subterrâneas através de índices de diversidade, da composição das comunidades de invertebrados e da presença de bioindicadores específicos, para diferentes condições de disponibilidade/salinidade de água.

Palavras-Chave: Cenários climáticos, modelos hidrológicos, águas subterrâneas costeiras, ecossistemas dependentes, indicadores ecológicos

DESENVOLVIMENTO DE UMA METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS QUALITATIVOS DOS FOGOS NAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS:

Aplicação aos casos de estudo do Vale de Manteigas e de Mação

João Paulo LOBO FERREIRA

Dr. Engenharia Civil, Investigador-Coordenador do LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, Portugal, tel: 21 844 3609, email: lferreira@lnec.pt

Maria Emília NOVO

Geóloga, Dr. Engenharia do Ambiente, Investigadora Auxiliar no LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, Portugal, tel: 21 844 3623, email: enovo@lnec.pt

Maria Helena LOPES

Investigadora no INETI, Estrada do Paço do Lumiar, 22, 1649-038 Lisboa, tel: 21 092 4790, email: helena.lopes@ineti.pt

Luís QUINTA-NOVA

Escola Superior Agrária do IPCB, Quinta da Senhora de Mércules, Apartado 119, 6001-909 Castelo Branco, tel: 272 339 900, email: lnova@esa.ipcb.pt

Paulo FERNANDEZ

Escola Superior Agrária do IPCB, Quinta da Senhora de Mércules, Apartado 119, 6001-909 Castelo Branco, tel: 272 339 900, email: palex@esa.ipcb.pt

Teresa LEITÃO

Investigadora Principal com Habilitação do LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, Portugal, tel: 21 8443 802, email: tleitao@lnec.pt

Isabel LARANJEIRA

Eng.ª Agrónoma, ex.-bolseira no LNEC

Manuel Mendes OLIVEIRA

Geólogo, Dr. Hidrogelogia, Investigador Auxiliar no LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, Portugal, email: moliveira@lnec.pt

Eduardo PARALTA

Geólogo, Dr. Hidrogelogia, Investigador do INETI, Estrada da Portela, Zambujal – Alfragide, Apartado 7586, 2720-866 Amadora email: eduardo.paralta@ineti.pt

RESUMO

No Projecto POCI/AGR/59180/2004, concluído em 2009 (***cf.*** Lobo-Ferreira ***et al.***, 2009), apresentase uma metodologia para avaliação quantitativa dos impactos dos fogos florestais na quantidade e qualidade das águas superficiais e subterrâneas.

Nesta metodologia procura-se avaliar as alterações que possam ter ocorrido após o fogo: (A) em volumes de recarga, (B) volumes de escoamento superficial, (C) qualidade das águas superficiais e subterrâneas. Esta metodologia considera: (1) tipo e densidade de coberto vegetal à data do incêndio; (2) tipos de poluentes que podem ser libertados pelas diferentes comunidades vegetais afectadas pelo

fogo; (3) extensão e volume do aquífero e sua porosidade eficaz, para aferir dos volumes de reservas de água; (4) recarga média anual; (5) tempo de permanência das águas no sistema subterrâneo.

Para a avaliação do tipo e densidade de coberto vegetal e consequente biomassa combustível à data do incêndio usou-se a inventariação fitossociológica, cartografia da vegetação, análise estatística multivariada e estimativa da biomassa florestal ardida, realizada pelo Instituto Politécnico de Castelo Branco-Escola Superior Agrária. Os tipos e cargas poluentes libertados calcularam-se com base nos valores de biomassa ardida e estudos (realizados por INETI – Departamento de Engenharia Energética e Controlo Ambiental) de cinzas de ensaios de combustão de espécies florestais e arbustivas representativas do coberto vegetal ardido, e ensaios de lixiviação de solos e cinzas.

A avaliação das variações na recarga baseou-se na informação recolhida nos estudos quantitativos realizados na bacia de Manteigas, associada a modelos hidrológicos conceptuais e cenários de variação de escoamento e evapotranspiração quando a informação não era suficiente para colmatar as lacunas de conhecimento.

Com base na biomassa ardida, características composicionais das suas cinzas e potenciais de lixiviação, calculou-se a quantidade e tipo de poluentes em fase sólida e dissolvida passíveis de entrar nas águas superficiais e subterrânea.

As características hidráulicas dos meios geológicos afectados deram os volumes de armazenamento e as prováveis velocidades de circulação nestes materiais, o que serviu para prever espaços temporais de contaminação da área.

Da avaliação dos volumes de carga poluente calculados e dos dados de campo de decaimento destas cargas poluentes nas águas superficiais e subterrâneas em zonas de coberto vegetal similar estabeleceram-se cenários possíveis do tempo de desaparição do poluente na área ardida.

Nesta comunicação realçam-se os aspectos relacionados com a qualidade das águas subterrâneas.

Palavras-Chave: fogos, águas superficiais, águas subterrâneas, recarga, coberto vegetal, cinzas, carga poluente sólida, lixiviados.

RESERVAS ESTRATÉGICAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NA REGIÃO CENTRO (PROJECTO IMAGES)

Teresa CONDESSO de MELO (1); Judite FERNANDES (2); Carla MIDÕES (2); Carlos COSTA ALMEIDA (2); Helena AMARAL (2); Ana Rita GOMES (3); Maria José MADRUGA (3); Manuel MARQUES da SILVA (4); LOPO MENDONÇA (5);

(1) CVRM – Centro de Geo-sistemas, Instituto Superior Técnico, Lisboa; (2) LNEG, Laboratório Nacional de Energia e Geologia – Unidade de Águas Subterrâneas, Alfragide; (3) ITN, Instituto tecnológico e Nuclear, Sacavém; (4) GeoBioTec, Universidade de Aveiro, Aveiro; (5) Centro de Geociências, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa.

RESUMO

No âmbito do projecto IMAGES financiado pelo Programa Operacional Ciência e Inovação 2010 da Fundação para a Ciência e Tecnologia (POCI/CTE-GEX/59817/2004) procedeu-se à identificação, caracterização e avaliação de algumas massas de água subterrânea que podem ser usadas como reservas estratégicas no caso de eventos hidrológicos extremos, catástrofes, ataques terroristas e outros conflitos, preocupação partilhada com as autoridades responsáveis pela água.

Dos 27 sistemas aquíferos existentes na Orla Ocidental Portuguesa foram objecto de um estudo hidrogeológico, hidrogeoquímico e isotópico, oito sistemas da região centro: Alpedriz, Condeixa - Alfarelos, Figueira da Foz - Gesteira, Leirosa - Monte Real, Louriçal, Pousos - Caranguejeira, Vieira de Leiria - Marinha Grande e Viso - Queridas. Esta selecção baseou-se no facto de o contexto geológico e estrutural de alguns destes aquíferos ser muito semelhante ao aquífero Cretácico de Aveiro, que corresponde a parte de uma espessa sequência de sedimentos do Mesocenozóico subjacentes a depósitos do Quaternário, do qual já se conhecia a existência de águas pristinas de baixa salinidade e excelente qualidade, com idade compreendida entre 10 e 30ka.

A metodologia adoptada envolveu, numa primeira fase, o levantamento exaustivo dos relatórios de furos de captação de água, com mais de 180 m de profundidade, da região litoral-centro. Efectuou-se o enquadramento hidro-lito-estratigráfico dos níveis aquíferos potencialmente interessantes e determinou-se a geometria 3D das massas de água profundas.

Numa segunda fase, fez-se determinação da idade aparente das águas subterrâneas, através da determinação do teor de trítio e que permitiu distinguir águas modernas, com trítio, de águas mais antigas (anteriores a 1952), sem trítio. Nestas águas mais antigas, realizou-se uma caracterização geoquímica mais detalhada, determinando elementos maiores, menores e vestigiais, assim como ^{14}C, $\delta^{13}C$, $\delta^{18}O$ e $\delta^{2}H$.

Os resultados hidrogeológicos, hidrogeoquímicos e isotópicos de 13 furos profundos dos sistemas aquíferos Condeixa - Alfarelos, Leirosa - Monte Real, Vieira de Leiria - Marinha Grande e Pousos - Caranguejeira, confirmaram a existência de águas com elevados tempos de residência (algumas no limiar das paleoáguas com 22000 anos) e condições de recarga diferentes das actuais, pelo que podem constituir reservas estratégicas de água doce com um nível de vulnerabilidade relativamente baixo e uma capacidade de atenuação de contaminantes relativamente elevada.

Palavras-chave: água subterrânea, reservas estratégicas, região centro.

ÁGUA, TERRITÓRIO E PLANEAMENTO

Integração territorial da gestão da água

Susana NETO

Technical University of Lisbon, susana.neto@civil.ist.utl.pt

RESUMO

Como deverão a gestão da água e o planeamento territorial ser integrados de forma a fazer face aos desafios que se colocam a nível nacional, regional e local e no contexto de implementação da Directiva Quadro da Água Europeia?

A água é entendida aqui como um bem natural e social e consideradas as consequências da sua utilização em diferentes perspectivas. O objectivo final é discutir o quadro de referência da gestão da água, no sentido de contribuir para uma abordagem da complexidade das dimensões da água, numa articulação coerente com os usos do solo e com o planeamento territorial.

É feita uma síntese das principais conclusões a nível internacional no domínio dos conceitos de gestão integrada da água e princípios emergentes no sentido de uma 'boa' governança.

São, finalmente, feitas recomendações no sentido de uma aproximação dos sistemas de planeamento e gestão actuais, tendo em vista os objectivos para uma gestão territorialmente integrada da água.

Palavras-chave: Gestão Integrada de Recursos Hídricos; Governância da Água; Planeamento Territorial; Integração Territorial.

PLANO DE ORDENAMENTO DO ESTUÁRIO DO TEJO

Oportunidades e desafios

Margarida CARDOSO DA SILVA

Doutora em Engenharia do Ambiente, DHA. LNEC, Av. do Brasil, 1700 Lisboa, +351.21.844 3758, mcsilva@lnec.pt

Gabriela MONIZ DOS SANTOS

Arquitecta Paisagista, GOT, ARH do Tejo, I.P., Rua Braamcamp, n.º7, 1250-048 Lisboa, gabriela.moniz@arhtejo.pt

RESUMO

A necessidade de ordenar e gerir os recursos hídricos de uma forma integrada ganhou relevância com a publicação de Directiva Quadro da Água (DQA) (Directiva 2000/60/CE), transposta para o quadro jurídico nacional pela Lei da Água (Lei 58/2005 de 29 de Dezembro). Como primeira consequência desta profunda alteração legislativa, salienta-se a criação de um novo quadro institucional para a administração da água e da figura do Plano de Ordenamento de Estuários, que assumem a dupla valência do ordenamento e da gestão do território, competindo-lhes identificar e programar um conjunto de medidas de gestão, protecção, conservação e valorização dos recursos hídricos.

O estuário do Tejo é o maior estuário da Europa ocidental. As suas principais características físicas apresentam-se no Figura 1.

Morfologia		
Comprimento, km	2	
Área (NM), km^2	07	
Volume (NM) *10^9 m^3	,780	
Afluências		
Rio Tejo, m^3/s	40	
Maré		
Amplitude, m		
Máxima	,3	
Mínima	,75	
Prisma 10^6 m^3		
Média	31	
Viva máxima	200	

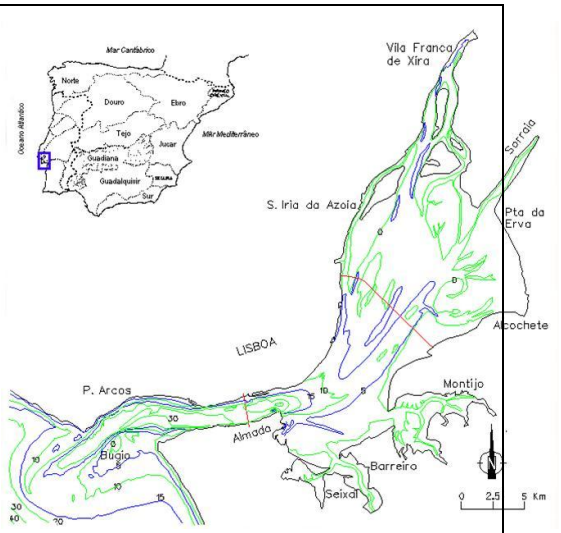


Figura 1 - Caracterização física do Estuário do Tejo

Para o POE do Tejo, foi definido um conjunto de objectivos específicos que incluem: a definição de regras de utilização do estuário, promovendo a defesa e qualidade dos recursos naturais, em especial os recursos hídricos, indicando as medidas de protecção e valorização dos recursos hídricos; medidas de salvaguarda para a utilização da orla estuarina; medidas complementares de protecção fundamentais para a conservação da natureza e da biodiversidade; estabelecimento dos usos preferenciais, condicionados ou interditos na área abrangida pelo POE Tejo, salvaguardando os locais de especial interesse urbanístico, económico, recreativo, turístico, paisagístico, ambiental e cultural, tendo ainda em conta a garantia das condições para o desenvolvimento e expansão da actividade portuária e das respectivas acessibilidades marítimas e terrestres.

Refere-se que será decisivo assegurar um permanente diálogo entre e dentro da Administração e desta com a sociedade civil.

Este Plano lança importantes desafios relacionados com a sobreposição de instrumentos de ordenamento e de gestão e de regimes condicionadores do uso do solo e do estuário, e com a necessidade de promover a articulação coerente entre a protecção e salvaguarda dos recursos hídricos e os usos e ocupações do território, bem como de compatibilizar interesses múltiplos e aspirações muito diversificadas.

Dentre as oportunidades destacam-se a de identificar os usos e actividades que interferem com o estado ecológico das massas de água, e as normas e medidas para alcançar o bom estado, e a de envolver os actores chave para a promoção da concertação de interesses e geração de consensos com vista a uma responsabilidade partilhada. Propicia, ainda, oportunidade para compatibilizar as actividades económicas com as funções de protecção dos valores naturais e as actividades de recreio e lazer bem como para promover a cooperação inter-municipal, e ainda para identificar parcerias associadas a acções de gestão dos recursos hídricos do estuário.

Do conjunto das reflexões efectuadas, resulta claro que se colocam desafios e oportunidades à elaboração do Plano de Ordenamento do Estuário do Tejo que passam pela garantia de que este seja um instrumento:

- **Supletivo**, quanto às matérias e abordagens;
- Garante da **salvaguarda das articulações** com **planos e programas** de natureza sectorial e restantes **Instrumentos de Gestão Territorial** em vigor ou em elaboração;
- De elevado **cariz estratégico** para além do regulamentar;
- Gerador de **modelos de gestão flexíveis e adaptativos**;
- **Integrador de sinergias** entre utilizações e garante de salvaguarda de efeitos cumulativos de usos e ocupações;
- **Mediador** de conflitos e **facilitador** da obtenção de consensos;
- **Suporte de governança territorial** em torno do estuário do Tejo.

A elaboração do Plano de Ordenamento do Estuário do Tejo deverá, assim, ser um processo dinâmico, eficaz e inovador, pois só assim garantirá a cabal prossecução dos seus objectivos

Palavras-Chave: Estuários, ordenamento do território, gestão, recursos hídricos, qualidade ambiental.

SESSÃO 2

2.ª Feira, dia 22 de Março

16:45 – 18:15

SALA MADEIRA

HIDRODINÂMICA

HIDRODINÂMICA DE ESCOAMENTOS COM SUPERFÍCIE LIVRE E FRONTEIRAS RUGOSAS

Teoria e aplicações

Rui M. L. FERREIRA

CEHIDRO – Instituto Superior Técnico – Universidade Técnica de Lisboa; Av. Rovisco Pais, 1 – 1049-001 Lisboa, ruif@civil.ist.utl.pt

Ana M. C. RICARDO

CEHIDRO – Instituto Superior Técnico – Universidade Técnica de Lisboa; Av. Rovisco Pais, 1 – 1049-001 Lisboa, ana.ricardo@ist.utl.pt

Lara S. M. FERREIRA

CEHIDRO – Instituto Superior Técnico – Universidade Técnica de Lisboa; Av. Rovisco Pais, 1 – 1049-001 Lisboa, lara.ferreira@ist.utl.pt

João G. A .B. LEAL

Fundação Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Nova de Lisboa; Av. Rovisco Pais, 1 – 1049-001 Lisboa, jleal@ifct.unl.pt

Mário J. R. FRANCA

IMAR e Fundação Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Nova de Lisboa; Av. Rovisco Pais, 1–1049-001 Lisboa, mfranca@ftc.unl.pt

RESUMO

A prática da engenharia fluvial requer um conhecimento detalhado do hidrodinâmica de escoamentos com superfície livre e com fronteiras rugosas que ocorrem, por exemplo, em de rios de montanha naturais ou intervencionados, rios aluviais com formas de fundo, canais artificiais protegidos com enrocamento ou vegetação, planícies de inundação com zonas urbanizadas ou exploradas agricolamente. Procurando-se caracterizar o escoamento médio temporal, nomeadamente em termos de velocidades, e a resistência ao escoamento, não é suficiente conhecer o escoamento num conjunto reduzido de locais discretos uma vez que coexistem vários tipos de rugosidade a diversas escalas (de grão, formas de fundo, vegetação) e forte heterogeneidade espacial no escoamento devido a curvas, edifícios, pontes ou estruturas hidráulicas.

O objectivo principal deste trabalho é apresentar uma metodologia de caracterização de escoamentos tridimensionais sobre fronteiras rugosas baseada na aplicação do operador Média Mupla espácio-temporal (MD). Na metodologia MD, as equações de conservação são expressas em quantidades médias no espaço, definidas numa janela espacial maior que as irregularidades da fronteira. As equações de conservação MD permitem o tratamento teórico da resistência ao escoamento e não necessitam de calibração das equações de resistência devido à interacção entre o escoamento e os elementos sólidos no seu seio. Pretende-se ainda mostrar aplicações práticas, nomeadamente a caracterização de escoamentos em rios de montanha sujeitos a transporte sólido e a qualificação da resistência ao escoamento em zonas densamente povoadas por vegetação emersa.

Palavras Chave: escoamentos com superfície livre, fronteiras rugosas, métodos de dupla média espacial e temporal.

ANÁLISE DO ESCOAMENTO EM CANAIS DE SECÇÃO COMPOSTA

Caracterização experimental e modelação 1D

João N. FERNANDES

Eng.º Civil, LNEC, Av. do Brasil 1700-066 Lisboa, +351 218443439, jnfernandes@lnec.pt

David PINTO

Aluno de mestrado, Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Campus de Caparica, 2829-516 Caparica, Portugal

João B. LEAL

Professor Auxiliar, CEHIDRO & Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Campus de Caparica, 2829-516 Caparica, Portugal

António H. CARDOSO

Professor Catedrático, CEHIDRO & Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, Portugal

RESUMO

Em geral, os rios apresentam uma secção transversal composta por um leito principal ladeado por leitos de cheia. Durante eventos de cheias, a capacidade de vazão do leito principal não é suficiente para escoar o caudal afluente, sendo a configuração típica um canal de secção composta. A estimativa da capacidade de vazão de secções de rios com os métodos simples conduz a resultados muitas vezes erróneos, em especial nos leitos de cheia. Esse facto deve-se à diferença de velocidades entre o leito principal e os leitos de cheia que origina transferência de massa e de quantidade de movimento entre essas subsecções. O escoamento pode, assim, apresentar grande variabilidade tridimensional, que pode inviabilizar o recurso à modelação 1D.

Para o estudo destes efeitos realizaram-se ensaios num canal prismático de secção simétrica e trapezoidal composta, com 10 m de comprimento e 2 m de largura. A medição das velocidades foi obtida através de um tubo de Pitot acoplado a um transdutor diferencial de pressão.

Por último, utilizam-se sete métodos 1D disponíveis na literatura para estimar os caudais totais e os respectivos valores em cada subsecção para cada altura de água, permitindo comparar os respectivos desempenhos na avaliação da capacidade de vazão. Os resultados permitem concluir que os métodos 1D baseados na divisão em subsecções permitem obter boas estimativas daqueles caudais, desde que sejam implementadas correcções que indirectamente têm em conta a interacção entre o escoamento no leito principal e o escoamento nos leitos de cheia.

Palavras-chave: Canais de secção composta; curvas de vazão; modelação 1D.

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE DUPLA-MÉDIA ESPÁCIO-TEMPORAL NA ANÁLISE DE ESCOAMENTOS FLUVIAIS SOBRE LEITO DE SEIXO ROLADO

Mário J. FRANCA

IMAR-Centre for Marine and Environ. Res. & FCT – Universidade Nova de Lisboa, Quinta da Torre, 2829-516 Caparica, mfranca@fct.unl.pt

Rui M.L. FERREIRA

CEHIDRO & Instituto Superior Técnico, U.T. Lisboa, Av. Rovisco Pais, Lisboa, +351.21.8418148, ruif@civil.ist.utl.pt

João LEAL

CEHIDRO & FCT – Universidade Nova de Lisboa, Quinta da Torre, 2829-516 Caparica, jleal@fct.unl.pt

Ulrich LEMMIN

Laboratoire d'Hydraulique Environnementale – École Polytechnique Fédérale de Lausanne; 1015 Lausanne, Switzerland; ulrich.lemmin@epfl.ch

RESUMO

Na presença de submergência relativa baixa, o escoamento é tridimensional e heterogéneo nas camadas internas e as formas de fundo têm um papel importante na sua estrutura turbulenta. De forma a incorporar os efeitos tridimensionais das irregularidades do leito, aplica-se a metodologia de caracterização de escoamentos baseada na aplicação do operador média dupla espácio-temporal (*Double-Avegare Methodology* - DAM). A aplicação da metodologia DAM às equações de Reynolds resulta nas chamadas equações DANS (*Double-Averaged Navier-Stokes*, por analogia com as RANS – *Reynolds-Averaged Navier Stokes*). Quando comparadas com as equações RANS, as DANS apresentam termos adicionais relacionados com a tensão adicional induzida pelas formas de fundo.

A presente comunicação discute a aplicação da metodologia DAM ao tratamento de dados de velocidade obtidos no rio suíço Venoge com recurso a um perfilador instantâneo de velocidades tridimensional (Figura 1). O leito do rio é composto de seixo rolado; a submergência relativa é de 2,94. A aplicação da metodologia DAM é feita e discutida para as distribuições de velocidade longitudinal, transversal e vertical média e para as tensões normais no fluido. Três regiões do escoamento são identificadas: interna (ou rugosa), intermédia e externa (Figura 2). A região interna ou camada rugosa, onde a distribuição de tensões é determinada pelos efeitos locais das formas de fundo aleatoriamente distribuídas, situa-se sensivelmente abaixo de z/h = 0,40. As tensões totais e dispersivas atingem o seu máximo ligeiramente abaixo do limite superior da camada rugosa (Figura 3). As tensões dispersivas no interior da camada rugosa são da mesma ordem de grandeza ou superiores às tensões de Reynolds, condicionando fortemente a distribuição das tensões totais.

Os autores agradecem o apoio financeiro da Fundação para a Ciência e Tecnologia através do projecto PTDC/ECM/65442/2006 e da Swiss National Science Foundation através do projecto 2000-063818.

Palavras-chave: escoamentos com superfície livre, fronteiras rugosas, métodos de dupla média espacial e temporal, submergência relativa baixa

Figura 1 – Estrutura de suporte do ADVP instalada no rio Venoge, Suíça.

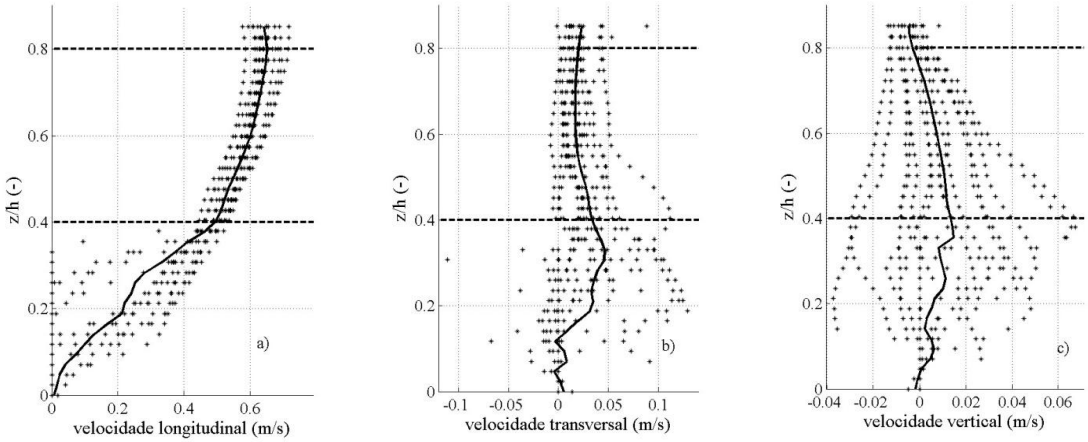


Figura 3 – Distribuição vertical das velocidades médias no tempo (*) e médias no espaço e no tempo (linha espessa): a) componente longitudinal; b) componente transversal; e, c) componente vertical.

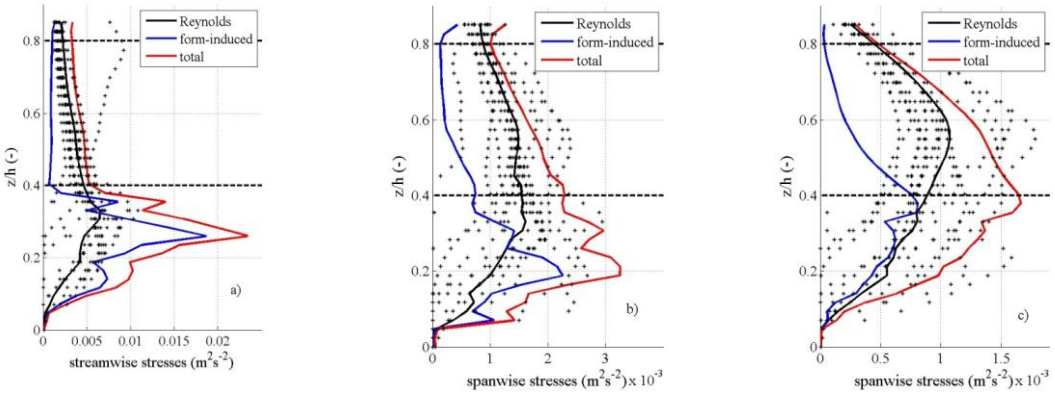


Figura 4 – Distribuição vertical das tensões de Reynolds médias no tempo (*), tensões de Reynolds médias no espaço e tempo (linha contínua menos espessa), tensões de forma (linha tracejada) e tensões totais (linha espessa): a) componente normal longitudinal; b) componente normal transversal; e, c) componente normal vertical.

MODELAÇÃO DO PROCESSO DE FORMAÇÃO DA CHEIA INDUZIDA PELA ROTURA DO DIQUE VAN COC NO RIO VERMELHO

Maria Teresa VISEU

Engª Civil, PhD, Investigadora Auxiliar, LNEC, Av. Do Brasil, 101; 1700 LISBOA, tviseu@lnec.pt

Sílvia AMARAL

Engª Civil, Bolseira de Investigação, LNEC, Av. Do Brasil, 101; 1700 LISBOA, samaral@lnec.pt

Paula ANTÃO DA SILVA

Engª do Ambiente, paula.antao.silva@gmail.com

RESUMO

É evidente a necessidade do desenvolvimento de ferramentas de previsão dos impactos de inundações em leitos de cheia decorrentes da rotura de barragens ou de diques de aterro, uma vez que a existência deste tipo de estruturas, a montante de zonas ocupadas por populações ou por actividades económicas, acresce o risco da ocorrência de cheias induzidas pela sua eventual rotura. A simulação deste tipo de cheias obriga à modelação de dois processos distintos: o processo de formação da cheia induzida e o processo da sua propagação.

Desenvolveu-se um modelo simplificado para simulação do processo de formação de cheias induzidas pela rotura de barragens ou de diques de aterro – modelo DYBREACH. A modelação do hidrograma efluente, resultante da rotura de aterros, é efectuada, neste modelo, por recurso à simulação prévia da evolução da brecha na secção do aterro em rotura. De forma a completar a modelação das cheias induzidas pela rotura de barragens ou diques de aterro, os hidrogramas efluentes resultantes da aplicação do modelo DYBREACH devem ser utilizados como condições de fronteira de montante em modelos de simulação do processo de propagação de cheias induzidas.

Os modelos existentes para simular o processo de formação de cheias induzidas pela rotura de barragens ou diques de aterro podem ser agrupados em três categorias (WAHL, 1998): i) modelos baseados em equações empíricas de previsão; ii) modelos paramétricos e iii) modelos baseados em métodos físicos. A modelação do processo de formação e evolução de brechas é efectuada, no modelo DYBREACH, recorrendo a duas abordagens diferentes: i) modelo paramétrico e ii) modelo baseado num método físico. A primeira abordagem requer a definição da geometria da brecha (largura e forma final) e do tempo de rotura por parte do modelador. Na segunda abordagem o processo de evolução da brecha baseia-se numa equação de erosão.

Neste trabalho apresenta-se uma descrição detalhada do modelo DYBREACH e analisam-se os resultados da aplicação do mesmo à simulação da rotura do dique Van Coc, situado no rio Vermelho (Vietname), ocorrida em 1986. Estes resultados são, posteriormente, comparados com os obtidos através da utilização do modelo numérico BOSS DAMBRK.

O rio Vermelho é um rio internacional: nasce na China e estende-se ao longo de 1 150 km, atravessando o Vietname e desaguando no Golfo de Tonkin. O Vietname tem cerca de 5 000 km de diques fluviais e 3 000 km de diques costeiros e estuarinos que protegem, das cheias, os centros urbanos e as zonas com elevado interesse económico. O sistema é constituído, em praticamente toda a sua extensão, por duas séries de diques com uma largura média aproximada de 3 m e cerca de 6 -

8 m de altura média. Os diques que protegem a cidade de Hanoi têm uma altura aproximada de 15 m, constituindo cerca de 20 % de toda a extensão de diques fluviais existentes no Vietname (Figura 1).

Figura 2 – Dique de protecção na cidade de Hanoi

O sistema de diques é muito antigo, tendo a maioria sido construída à mão, com materiais locais pouco adequados e assentes em aluviões antigos, dos quais se desconheciam as propriedades geotécnicas. Por esta razão ocorrem frequentemente roturas, tal como aconteceu no dique Van Coc, a montante de Hanoi, em 1986. Os hidrogramas efluentes do dique Van Coc em rotura para as três opções disponíveis (DAMBRK e DYBREACH nas opções do modelo paramétrico e do modelo baseado num método físico) podem ser facilmente comparados graficamente. Assim, na Figura 2, apresentam-se os hidrogramas efluentes para as três simulações efectuadas, verificando-se que, de uma forma geral, o andamento dos hidrogramas é semelhante.

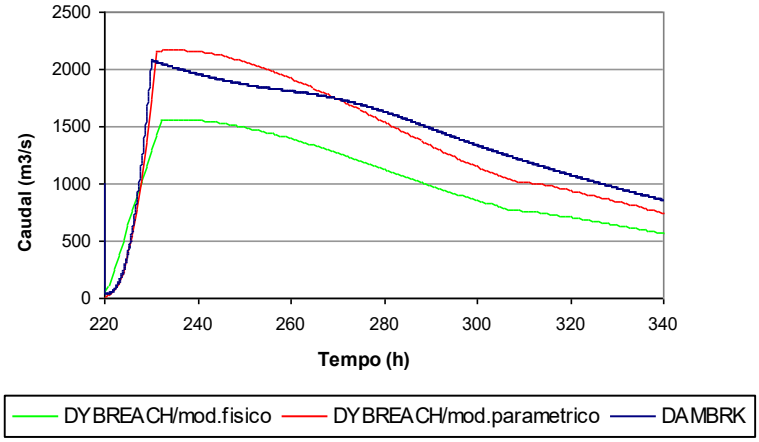


Figura 3 – Rotura do dique Van Coc. Comparação entre os hidrogramas efluentes da secção da brecha dos modelos DYBREACH e DAMBRK

Verificou-se que existem, no modelo DYBREACH, diferenças assinaláveis nos resultados obtidos com as duas opções de modelação do processo de formação e evolução da brecha (DYBREACH/MF e DYBREACH/MP), desenvolvendo-se a erosão com a opção de modelo paramétrico mais rapidamente do que com a opção de modelo baseado num método físico, nos instantes iniciais da rotura.

Estas diferenças, que são consequência do facto da modelação da brecha ser completamente distinta nas duas opções do modelo numérico, esbatem-se à medida que a brecha caminha para a sua plena formação. Verificou-se, ainda, que os valores de caudal máximo efluente decorrentes das simulações da rotura do dique Van Coc com os modelos DAMBRK e DYBREACH/MP são muito semelhantes. Este facto ocorre por ambos os modelos serem conceptualmente idênticos, ou seja, ambos considerarem uma evolução linear da largura e altura da brecha ao longo do tempo total de rotura.

O modelo DYBREACH forneceu resultados que, do ponto de vista qualitativo, se afiguram razoáveis, uma vez que a simulação do caso de estudo aqui apresentado (rotura do dique Van Coc) com um modelo já amplamente testado, como é o modelo DAMBRK, permitiu validar os resultados obtidos com o modelo DYBREACH, indiciando que este modelo se trata de uma ferramenta adequada à análise do processo de formação de cheias induzidas pela rotura de diques ou de barragens de aterro.

CARACTERIZAÇÃO DA ONDA DE INUNDAÇÃO EM CASO DE RUPTURA DA BARRAGEM DE ODELOUCA

Rui M.L. FERREIRA

CEHIDRO & Instituto Superior Técnico, U.T. Lisbon, Av. Rovisco Pais, Lisboa, +351.21.8418148, ruif@civil.ist.utl.pt

João G. B. LEAL

CEHIDRO & Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Nova de Lisboa, Quinta da Torre, 2829-516 Caparica, jleal@fct.unl.pt

Miguel GAMBOA

Consultor, Lisboa, +351.96.2609555, mgamboasilva@gmail.com

Carla CUPIDO

Águas do Algarve, Faro, c.cupido@aguasdoalgarve.pt

Mário J. FRANCA

Tetraplano, Engenharia Lda., R. Poeta Bocage, 13 B – 1600-581 Lisboa, +351.21.7520320, mfranca@tetraplano.com

RESUMO

O Plano de Emergência Interno, nos termos do Regulamento de Segurança de Barragens (RSB) publicado em anexo ao Decreto-Lei n.º 344/2007 de 15 de Outubro, é um documento da responsabilidade do Dono de Obra, relativo à segurança da albufeira e do vale a jusante na Zona de Auto-Salvamento (ZAS). O PEI tem como objectivo principal o enquadramento e a orientação das acções a tomar pelo Dono da Obra, ou pelo seu representante, na pessoa do técnico responsável pela activação do Plano em situação de emergência, face a circunstâncias excepcionais e ocorrências anómalas que coloquem em risco a segurança da barragem e do vale a jusante.

A definição da onda de cheia em caso de ruptura de uma barragem é o instrumento de base para a elaboração do PEI, fazendo parte integrante deste e, servindo de base à implementação do Sistema de Alerta e Aviso (SAA) e à elaboração do PEE pelas entidades territorialmente competentes do sistema de protecção civil Na presente comunicação descreve-se a caracterização do hidrograma de cheia resultante da ruptura gradual da barragem de Odelouca e a simulação da propagação da onda de inundação resultante.

O hidrograma de cheia foi determinado com o modelo RoDaB, aplicável a processos de ruptura gradual por galgamento e validado com dados de campo (ruptura da barragem de Salles Oliveira no Brasil, ocorrida no ano de 1977). Inicialmente concebido para barragens em enrocamento, o RoDaB é um modelo de simulação de ruptura por galgamento de barragens, generalizado posteriormente para barragens de aterro, que simula o esvaziamento de albufeiras ou áreas de retenção de água (*reservoir routing*) tendo como condição de fronteira de jusante a vazão na brecha que, por sua vez, é dependente da erosão da brecha. A simulação da evolução da brecha é baseada nas características de erodibilidade do material da barragem utilizando uma equação de erosão de Exner adaptada.

A modelação da onda de cheia resultante da ruptura da barragem foi levada a cabo com base no modelo computacional STAV (*Strong Transients in Alluvial Valleys*). Este modelo, aplicável, em geral, a escoamentos variáveis com leito móvel, é especialmente adequado para escoamentos fortemente

variáveis com potenciais impactes morfológicos, como são os decorrentes da ruptura de uma barragem. O modelo foi validado com dados de campo e laboratoriais no âmbito de projectos internacionais de investigação aplicada à prevenção e mitigação de riscos relacionados com a ruptura de barragens.

Os resultados obtidos permitem retirar conclusões: (i) quanto aos parâmetros de escoamento da onda de inundação resultante da ruptura da barragem de Odelouca ao longo do vale da ribeira de Odelouca e rio Arade a jusante da barragem e, de parte do rio Arade a montante da confluência com a ribeira de Odelouca; assim como (ii) quanto às alterações morfológicas resultantes da propagação da onda de inundação. Com a presente modelação evidencia-se o elevado potencial erosivo deste tipo de escoamentos, revelando a importância da utilização de um modelo morfodinâmico na avaliação dos riscos decorrentes de uma ruptura de barragem.

Adoptando um conjunto de hipóteses simplificativas, foi possível obter o hidrograma de cheia a partir do modelo RoDaB e com este simular a propagação da onda de cheia para jusante utilizando um modelo morfodinâmico (STAV) que permite a coexistência de escoamentos em regime lento e rápido. Este tipo de modelação, apesar de ligeiramente mais complexa, apresenta vantagens significativas relativamente à maioria dos modelos comerciais mais utilizados. A maior incerteza continua contudo a ser a estimativa do hidrograma inicial.

Palavras-chave: ruptura de barragens, plano de emergência interno, barragem de Odelouca.

SESSÃO 3

2.ª Feira, dia 22 de Março

16:45 – 18:15

SALA MOÇAMBIQUE

PROTECÇÃO E QUALIDADE DA ÁGUA

EVOLUÇÃO HIDROGEOQUÍMICA DA ÁGUA DAS TERMAS DE MONTE REAL, LEIRIA (PORTUGAL CENTRAL)

Bárbara ROLDÃO CORDEIRO

Centro de Geofísica e DCT-FCTUC da Universidade de Coimbra – barbara.rcordeiro@gmail.com

José MARTINS CARVALHO

Departamento da Engenharia Geotécnica, Instituto Superior de Engenharia do Porto – jmc@tarh.pt

José M. MARTINS DE AZEVEDO

Centro de Geofísica e DCT-FCTUC da Universidade de Coimbra – jazevedo@dct.uc.pt

A exsurgência das Termas de Monte Real localiza-se na Orla Meso-cenozóica Ocidental Portuguesa e desenvolve-se num vale tifónico de orientação NS. O aquífero associado insere-se no Sistema Aquífero Leirosa - Monte Real e está implantado em formações de natureza detrítica do Cretácico inferior (C^{1-2}). A descarga do aquífero hidromineral parece ser controlada estruturalmente pelo contacto entre as formações aquíferas do Cenozóico e do Cretácico inferior (C^{1-2}) com estratos carbonatados do Jurássico inferior (J^{1}_{ab}). Este contacto estrutural funciona simultaneamente como muro da unidade aquífera e conduta hidráulica. A recarga aquífera efectua-se essencialmente a partir da infiltração nos domínios situados a W da exsurgência.

A caracterização hidrogeoquímica da água emergente baseou-se em análises efectuadas no período compreendido entre 1988 e 2008 e expressou os seguintes contornos gerais:

- A água insere-se em fácies sulfatada cálcica;
- Quase todos os parâmetros físico-químicos analisados apresentam tendência para um ligeiro aumento das respectivas concentrações (Figura);
- As concentrações dos aniões bicarbonato (HCO_3^{2-}) e cloreto (Cl^-) e o catião sódio (Na^+) são os que apresentam, ao longo do período analisado, um crescimento mais acentuado na água termal;
- O incremento nas concentrações dos iões cloreto (Cl^-) e sódio (Na^+) dever-se-á à intensificação progressiva do processo de dissolução de minerais presentes em formações evaporíticas;
- O aumento da concentração do anião sulfato (SO_4^{2-}) estará igualmente associado à presença das formações evaporíticas, nomeadamente de gesso e ao progressivo incremento do processo de dissolução;
- O ligeiro aumento da concentração de magnésio (Mg^{2+}) dever-se-á à dissolução da dolomite;
- A diminuição da concentração de cálcio (Ca^{2+}) estará associada à precipitação de calcite;
- Existem indícios de ocorrência do processo de dedolomitização; este processo resulta da dissolução da dolomite e do gesso e à precipitação da calcite; deste modo o aumento da concentração de magnésio (Mg^+) e de sulfato (SO_4^{2-}) e a diminuição da concentração de cálcio podem estar relacionados, pois a dissolução da dolomite tende a igualar a precipitação da calcite devido ao efeito do ião comum (Ca^{2+});
- Os iões cálcio (Ca^{2+}) e ferro (Fe^{2+}) apresentam tendência para um ligeiro decréscimo nas suas concentrações; o Fe^{2+} é o que apresenta um decréscimo mais acentuado na água hidromineral.

Resumidamente, e com os elementos actualmente disponíveis, é possível identificar os seguintes processos responsáveis pela modelação e evolução hidroquímicas da água emergente nas Termas de Monte Real: (1) incremento da dissolução das formações evaporíticas; (2) aumento dos processos de dedolomitização; (3) precipitação de calcite; (4) mistura com massas de água menos mineralizadas. As alterações climáticas,

nomeadamente as variações no regime plurianual da precipitação atmosférica, poderão interferir a médio-longo prazo na hidrodinâmica aquífera e consequentemente na evolução hidroquímica da nascente.

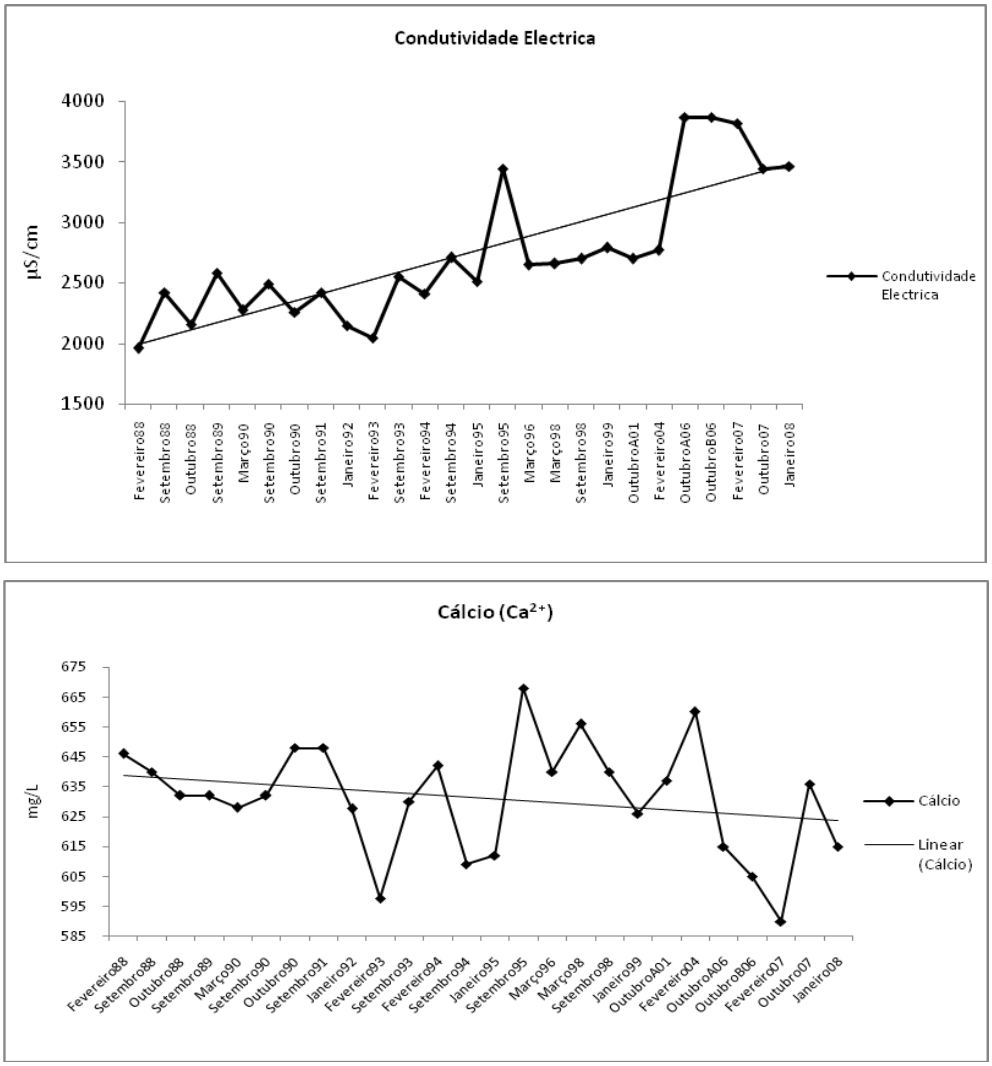


Figura - Evolução plurianual da condutividade eléctrica e do Ca^{2+} na água emergente nas Termas de Monte Real, no período de 1988 a 2008.

Palavras-chave: Monte Real; exsurgência; hidrogeologia; hidrogeoquímica; evolução hidrogeoquímica.

CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA DA ÁGUA DE NASCENTE FONTE DA FRAGA

Eric MENDES

Doutorando, CVRM-Centro de Geossistemas, UBI, Calçada Fonte do Lameiro, 6200-001 Covilhã, +351.275329965, emendes@ubi.pt

Luís Manuel FERREIRA GOMES

Professor Associado, CVRM-Centro de Geossistemas, UBI, Calçada Fonte do Lameiro, 6200-001 Covilhã, +351.275329965, lmfg@ubi.pt

Maria Teresa CONDESSO de MELO

Investigadora Auxiliar, CVRM-Centro de Geossistemas, IST, Av.Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, +351.218417247, tmelo@geo.ua.pt

Luís Filipe Tavares RIBEIRO

Professor Associado, CVRM-Centro de Geossistemas, IST, Av.Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, +351.218417247, nlrib@alfa.ist.utl.pt

RESUMO

Situadas na vertente sul da Serra da Gardunha, as captações da Fonte da Fraga, são exploradas como Águas de Nascente, pela Empresa Beira Vicente – Exploração e Comercialização de Águas de Mesa, Lda..

As captações, compostas por nascentes e furos semi-horizontais, encontram-se na grande maioria implantadas em granitóides hercínicos, de idades compreendidas entre os 380 a 290 milhões de anos (M.a.) intruindo metassedimentos de idade precâmbrica a câmbrica (cerca de 500 a 650 M.a.).

Em termos de unidades hidrogeológicas, num todo, admite-se corresponder a um aquífero do tipo freático fissural, com coeficientes de infiltração médio em relação à precipitação de 15%.

O fluxo subterrâneo não é muito profundo, como o atesta em especial a baixa mineralização da água, considerando-se assim que se está na presença de um aquífero de águas relativamente superficiais, contendo principalmente águas de infiltração e circulação local, com tempos de residência baixos.

De acordo com a composição físico-química, a água Fonte da Fraga classifica-se como hipossalina, com reacção ácida e silicatada, sendo ainda de muito baixa mineralização, doce (fresh water) em relação ao resíduo seco, e branda (soft) em relação à dureza. Em relação à composição química dominante pode-se referir que é uma silicatada bicarbonatada sódica, tendo a sílica uma parcela de cerca de 43% da mineralização total e a restante mineralização distribuída pelos vários iões, sendo: HCO_3^- > Cl^- > SO_4^{2-} em relação aos aniões, e Na^+ > Ca^{2+} > Mg^{2+} em relação aos catiões.

Palavras-chave: água subterrânea, Fonte da Fraga, Serra da Gardunha.

ESTUDO HIDROGEOQUÍMICO E ESTATÍSTICO DA PRESENÇA DE NITRATOS NAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA ZONA SUPERIOR DAS ALUVIÕES DO MONDEGO

Ana ANDRADE

Doutorada, Professora Auxiliar, Centro de Geofísica e Departamento de Ciências da Terra, Universidade de Coimbra, Av. Dr. Dias da Silva, 3000-134 Coimbra, Portugal, aandrade@dct.uc.pt

Tibor STIGTER

Doutorado, Investigador Auxiliar, Centro de Geo-Sistemas/CVRM, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001, Lisboa, Portugal, tibor.stigter@ist.utl.pt

RESUMO

Nesta comunicação apresenta-se a aplicação de um conjunto de métodos geoestatísticos e de estatística multivariada para avaliar o grau e risco de contaminação por nitratos nas águas subterrâneas da zona superior das aluviões do Mondego, no centro de Portugal. A agricultura de regadio é a principal ocupação do solo, com predominância das culturas de arroz e milho. Para este estudo foram implantados na área 29 furos de observação, com profundidade variável entre os 2,3 e os 5,1 m, onde foram realizadas 20 campanhas de amostragem, entre Outubro de 2000 e Setembro de 2002. A concentração de nitratos analisada apresenta uma distribuição muito variável, tanto em termos espaciais como temporais, com um largo intervalo de valores (<0,5 mg/l a 466 mg/l); os valores da média e da mediana são bastante diferentes, 10,96 mg/l e 3,80 mg/l, respectivamente, em resultado da existência de alguns valores extremos. Só quatro das amostras recolhidas apresentam teores de nitratos superiores a 100 mg/l, sendo três delas respeitantes a um único furo.

Aplicou-se a análise factorial de correspondências (AFC) para detectar relações entre as concentrações de nitratos, outros parâmetros físico-químicos, o tipo de cultura, a litologia do furo, a estação do ano e a profundidade do nível freático. A AFC corresponde a um método descritivo de análise multivariada de dados, onde as variáveis originais são reduzidas a um pequeno número de eixos factoriais (independentes por definição) construídos através de transformações estatísticas que envolvem a diagonalização da matriz de similaridade. Permite incluir variáveis qualitativas e projectar simultaneamente as coordenadas das modalidades (classes de variáveis) e das amostras nos eixos factoriais. A matriz de similaridade foi construída com base nas seguintes variáveis: nitrato, nitrito, condutividade eléctrica (CE), Eh e oxigénio dissolvido (OD). As variáveis qualitativas foram projectadas como suplementares. Os dois primeiros eixos factoriais da AFC explicam 57% da variância total.

Da projecção verifica-se que: 1) o primeiro factor opõe as classes mais baixas às mais altas, reflectindo o grau de contaminação por nitratos, ocorrendo a associação dos valores mais elevados de nitrato a valores elevados de Eh e OD e a valores baixos de nitritos e EC; 2) o segundo factor opõe as classes intermédias às extremas; 3) a presença da cultura de arroz, independentemente de estar ou não associada com outras culturas, apresenta-se ligada a valores baixos de nitrato e de Eh e a valores elevados de nitrito e CE; 4) a classe “outras culturas” (essencialmente hortícolas), isolada ou em associação com a cultura do milho, opõe-se à cultura do arroz e está associada com valores elevados de nitrato e de Eh e com valores baixos de nitrito e EC; 5) a ausência de culturas e a cultura de milho isolada não estão associadas a características específicas (de entre as cinco variáveis activas) da água subterrânea na área em que ocorrem, 6) a associação de baixos valores de nitratos a ambientes redutores e níveis mais finos dos sedimentos e 7) os níveis mais elevados de nitratos apresentam alguma associação aos meses de Inverno e a um nível freático mais profundo.

As maiores concentrações de nitrato ocorrem na zona central-este da área e estão associadas ao cultivo de hortícolas (com maior carga contaminante com origem na fertilização) em zonas com predominância de sedimentos mais grosseiros em que as maiores condutividades hidráulicas induzem maiores taxas de percolação; esta associação é encontrada também noutros estudos. As áreas onde predomina a cultura do arroz

têm geralmente sedimentos de granulometria mais fina, resultando de ambas as condições a ocorrência de ambientes redutores com valores muito baixos de oxigénio dissolvido e de nitratos na água subterrânea. Estes baixos valores de nitrato, associados à cultura do arroz, devem-se ao facto de os fertilizantes azotados serem aplicados nesta cultura predominantemente na forma de ureia ou amónia, assim como às condições anaeróbicas induzidas pelo alagamento dos campos de cultivo, inibindo a nitrificação e promovendo a desnitrificação. O facto de valores elevados de nitrato serem mais encontrados no Inverno do que no Verão, pode estar associado à restrição da cultura do arroz aos meses de Abril a Outubro, uma vez que as condições anaeróbicas associadas a esta cultura não se prolongarem para o Inverno. Para além disto, depois das colheitas (final do Verão – início do Outono) é possível que o solo permaneça rico em azoto potencialmente lixiviável no Inverno quando se verifica a ausência de culturas; o facto de na região se registarem no Inverno maiores precipitações pode promover também a lixiviação dos nitratos.

A associação de nitratos elevados a CE baixas indica a existência de um fenómeno regional que disfarça a contribuição dos nitratos para a salinidade da água subterrânea. Este fenómeno pode ser explicado por vários factores, como sejam: a) a contribuição elevada para a mineralização da água de processos hidroquímicos regionais, como a dissolução de calcite; b) o menor tempo de residência da água nas zonas de sedimentos mais grosseiros devido a infiltração mais rápida, impedindo a dissolução da calcite de atingir o equilíbrio e reduzindo a salinização associada à evapotranspiração; c) a associação dos baixos valores de nitrato à cultura do arroz e a sedimentos mais finos, onde os tempos de residência maiores promovem a dissolução da calcite, e a uma subida do nível freático, induzindo o aumento da salinidade por evapotranspiração; d) a irrigação predominantemente com água do rio, pobre em nitratos e com baixa mineralização, evitando a ocorrência do processo de reciclagem da água. Apesar deste fenómeno regional, quando se consideram apenas os furos com valores mais elevados de nitratos verifica-se uma correlação positiva entre os teores de nitrato e a CE, estando esta associação relacionada com a fertilização e maior evapotranspiração.

Utilizou-se a krigagem de indicatriz como método estocástico para criar mapas de probabilidades de a concentração de nitratos exceder valores de corte pré-definidos. Estes mapas permitem avaliar a probabilidade de a zona vir a ser futuramente designada uma Zona Vulnerável, em cumprimento da Directiva Nitratos (91/676/CEE). Os valores de corte usados foram os de 50 mg/l (valor indicador para designação de zonas vulneráveis e valor limite máximo para águas destinadas a consumo humano), 25 mg/l (valor máximo recomendado para as águas subterrâneas destinadas à produção de água para consumo humano) e 13 mg/l ("human affected value – HAV, a menor concentração de nitratos indicadora da contaminação antrópica"). A partir destes mapas é possível verificar que: a) a probabilidade de a concentração de nitrato ultrapassar os 50 mg/l é extremamente baixa, com excepção de três áreas; b) apesar de ainda relativamente isoladas, duas das áreas anteriores apresentam uma maior e mais extensa probabilidade de excederem os 25 mg/l, surgindo uma nova área com probabilidade de 50% de exceder este valor limite e c) para o HAV, as probabilidades elevadas (> 75%) aparecem numa área espacialmente mais bem estruturada e mais contínua na zona centro e este da área de estudo.

Palavras-chave: Hidrogeoquímica, Análise factorial de correspondências, Krigagem de indicatriz, Nitratos, Aluviões.

PROTECÇÃO DE ORIGENS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NA REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES

Delimitação de zonas de protecção de captações de água para consumo humano

Sandra C. MENDES*; Dina M. PACHECO*; Rui COUTINHO** Paulo ANTUNES**; José V. CRUZ** João L. GASPAR*

*Direcção Regional do Ordenamento do Território e dos Recursos Hídricos, Secretaria Regional do Ambiente e do Mar

Av. Antero de Quental n.º 9 C, 9500-160 Ponta Delgada, São Miguel

Sandra.PL.Mendes@azores.gov.pt; Dina.MD.Pacheco@azores.gov.pt; Joao.LR.Gaspar@azores.gov.pt

**Centro de Vulcanologia e Avaliação de Riscos Geológicos, Departamento de Geociências, Universidade dos Açores

Campus de Ponta Delgada, Apartado 1422, 9501-801 Ponta Delgada

ruic@uac.pt; pantunes@uac.pt; jvc@uac.pt

RESUMO

O Projecto "Protecção das Origens de Água", que decorre da implementação do Plano Regional da Água da Região Autónoma dos Açores (Decreto Legislativo Regional n.º 19/2003/A, de 23 de Abril), tem como finalidade a adopção de medidas para proteger a qualidade da água para abastecimento público através da delimitação de perímetros de protecção de captações de água subterrânea, em conformidade com o Decreto-Lei n.º 382/99, de 22 de Setembro.

A definição das zonas de protecção, na vizinhança das captações de água para consumo humano, assenta em estudos geológicos e hidrogeológicos, constituindo um instrumento preventivo, com vista à redução e controlo da poluição das águas subterrâneas. Nestas áreas são estabelecidas restrições de utilidade pública ao uso e transformação do solo, em função das características dos sistemas aquíferos e dos caudais extraídos, como forma de salvaguardar a protecção da qualidade dessa água subterrânea.

A zonas de protecção imediata (ZPI), intermédia (ZPInt) e alargada (ZPA) para as nove ilhas dos Açores foram delimitadas, georreferenciadas e inseridas em Sistema de informação Geográfica, permitindo uma adequada análise morfológica, hidrológica e de ocupação e uso do solo.

Da análise espacial efectuada, verifica-se que a ZPI representa 0,2%, a ZPInt 1,7% e a ZPA 9,0% da área territorial das ilhas dos Açores. Por ilha, em termos percentuais, a zona a proteger varia entre 1,7% na ilha do Pico e 25,5% na ilha do Faial.

Em termos de ocupação do solo, verifica-se uma predominância das zonas a proteger em pastagens, existindo algumas zonas de protecção em que predomina a ocupação florestal, vegetação natural e agrícola. De notar que para as ilhas de Santa Maria, Terceira, Graciosa, Faial e Pico existem pequenos núcleos urbanos inseridos em zona de protecção imediata, o que se prevê que venha dificultar o desenvolvimento do projecto.

Do cruzamento da informação relativa aos perímetros de protecção às captações de água e às áreas protegidas e classificadas da Região (Rede Regional de Áreas Protegidas e Rede Natura 2000) constata-se uma considerável sobreposição, atingindo o valor máximo na ordem dos 53,9% na ilha do Faial. Esta sobreposição facilitará a implementação desta medida preventiva, por nessas já existirem restrições ambientais.

Palavras-chave: Água subterrânea, qualidade da água, abastecimento público, Açores.

CONTRIBUTOS PARA A QUALIDADE DA ÁGUA DA LAGOA DAS FURNAS, SÃO MIGUEL, AÇORES

Relações entre o crescimento de cianobactérias e medidas de factores abióticos

Armando B. MENDES

Departamento de Matemática da Universidade dos Açores e CEEAplA

Rua da Mãe de Deus, Apartado 1422, 9501-801 Ponta Delgada, São Miguel; amendes@uac.pt

Sandra C. MENDES; Dina M. PACHECO; João Luís GASPAR

Direcção Regional do Ordenamento do Território e dos Recursos Hídricos

Av. Antero de Quental n.º 9 C, 9500-160 Ponta Delgada, São Miguel

Sandra.PL.Mendes@azores.gov.pt; Dina.MD.Pacheco@azores.gov.pt; Joao.LR.Gaspar@azores.gov.pt

Conceição R. SANTOS

Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

Quinta da Torre – Campus F.C.T. 2829-516 Monte da Caparica; mcrs@fct.unl.pt

RESUMO

As lagoas dos Açores, pela sua importância sócio-económica e ambiental, têm merecido por parte das entidades regionais especial atenção no que concerne à adopção de medidas de protecção dos ecossistemas associados e ao melhoramento da qualidade das massas de água. Tal tem sido conseguido através de medidas específicas atinentes à redução de cargas de nitratos e fosfatos de origem agro-pecuária afluentes às mesmas. A adopção destas medidas pretende atingir um "bom estado das águas" imposto legalmente pela Directiva Quadro da Água (Directiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro de 2000), transposta para o direito interno nacional pela Lei nº 58/2005, de 29 de Dezembro (Lei da Água).

A Lagoa das Furnas, pelo valor cénico que possui e estatuto de área protegida, tem vindo a ser alvo de um programa de monitorização da qualidade da massa de água desde 1988, ajustado às directrizes comunitárias e nacionais, de forma a implementar adequadas medidas preventivas e correctivas no sentido de reverter o processo de eutrofização a curto e médio prazo.

A base de dados utilizada neste trabalho inclui cerca de quatro amostragens por ano totalizando 50 linhas com um elevado número de parâmetros, incluindo nutrientes e factores fisíco-químicos. Além destas variáveis explicativas dispõe-se igualmente de variáveis dependentes ou preditivas que consistem em densidade de cianobactérias, densidade de fitoplâncton total e densidade de colorofila a. Perante o objectivo de encontrar relações entre estes dois conjuntos de variáveis apresentam-se os resultados da aplicação de métodos como a Análise Canónica de Correlações e de métodos não paramétricos como as árvores de decisão antecedidas de análise de agrupamentos.

Palavras-chave: qualidade da água, blooms, análise canónica de correlações, árvores de decisão.

SESSÃO 4

2.ª Feira, dia 22 de Março

16:45 – 18:15

SALA CABO VERDE

SERVIÇOS DE ÁGUA E SANEAMENTO

PAST21 – INICIATIVA NACIONAL DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE ETA E ETAR URBANAS

Maria João ROSA

Eng.ª Química, Doutorada em Engenharia Química, Investigadora Principal do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. do Brasil 101, 1700-066 Lisboa, mjrosa@lnec.pt

Pedro RAMALHO

Eng.º do Ambiente, Bolseiro de Investigação do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. do Brasil 101, 1700-066 Lisboa, pramalho@lnec.pt

Catarina SILVA

Eng.ª do Ambiente, Mestre em Engenharia do Ambiente, Bolseira de Investigação do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. do Brasil 101, 1700-066 Lisboa, csilva@lnec.pt

Paula VIEIRA

Eng.ª Química, Doutorada em Ciências e Tecnologias do Ambiente, Investigadora Auxiliar do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. do Brasil 101, 1700-066 Lisboa, pvieira@lnec.pt

Sílvia QUADROS

Eng.ª do Ambiente, Mestre em Engenharia Sanitária, Assistente da Universidade dos Açores, Campus de Angra do Heroísmo, 9701-851 Angra do Heroísmo, squadros@uac.pt

Helena ALEGRE

Eng.ª Civil, Doutorada em Engenharia Civil, Investigadora Principal Habilitada do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. do Brasil 101, 1700-066 Lisboa, halegre@lnec.pt

RESUMO

A Iniciativa Nacional de Avaliação de Desempenho de ETA e ETAR Urbanas «PASt21» é um projecto de I&DT que envolve o LNEC, I.P., a UNA-PD, dez empresas e a Direcção de Engenharia da Águas de Portugal, S.G.P.S. S.A., a AGS, S.A., os SMAS de Almada e a ERSAR. Conta ainda com o apoio da APESB e da APRH e decorre de Maio de 2009 a Maio de 2011.

O projecto visa testar, a nível nacional, em 27 casos de estudo (10 ETA e 17 ETAR), os sistemas de avaliação de desempenho recentemente desenvolvidos sob coordenação do LNEC para ETA e ETAR urbanas, assim como promover a avaliação de desempenho e o *benchmarking* de uma forma sistemática, com base em dados coerentes e fiáveis. Estes sistemas são orientados por objectivos, normalizados e quantitativos, direccionados para os aspectos operacionais e destinados a apoiar as tomadas de decisão no âmbito da operação e da reabilitação das instalações.

Este artigo descreve sumariamente os principais aspectos destes sistemas e os módulos de introdução de dados das respectivas ferramentas de cálculo automático, assim como o programa de trabalhos e os resultados esperados deste projecto.

Palavras-chave: Sistemas de avaliação de desempenho, ETA, ETAR, Indicadores de desempenho, Índices de desempenho.

RELAÇÃO CUSTO-BENEFÍCIO DE DIFERENTES SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS EM PEQUENOS AGLOMERADOS URBANOS

Helena SIMÃO

MSc, ESTG - IPG, Av. Dr. Francisco Sá Carneiro, 50, 6300-559, Guarda, Portugal; Telef. +351 271 220 120, hsimao@ipg.pt

Alfeu SÁ MARQUES

PhD, DEC - FCTUC, Rua Luís Reis Santos, Pólo II, 3030-788, Coimbra, Portugal; Telef. +351 239 797 136, jasm@dec.uc.pt

RESUMO

Os sistemas de tratamento de águas residuais, particularmente os de pequena dimensão, devem corresponder a uma combinação optimizada entre o máximo de protecção para a saúde pública e para o ambiente, com o mínimo de custos de construção, operação e manutenção.

Desta combinação deve resultar um efluente de boa qualidade obtido, preferencialmente, com base em processos de operação simples e fiáveis, com custos reduzidos e impacto ambiental mínimo.

Neste trabalho analisam-se alguns indicadores de desempenho em pequenos sistemas de tratamento de águas residuais em zonas rurais de Portugal, com particular atenção para as soluções de baixo custo tanto em termos de construção como de operação e manutenção.

A sustentabilidade dos sistemas de tratamento de águas residuais é uma questão complexa de avaliar e o que pode ser considerado como sustentável num dado contexto pode não o ser num contexto diferente. De um modo geral, pode afirmar-se que um sistema de tratamento de águas residuais pode considerar-se como sustentável se proteger e promover a saúde humana, não contribuir para a degradação ambiental ou para o esgotamento dos recursos naturais, sendo por outro lado tecnicamente adequado, economicamente viável e socialmente aceitável.

Para avaliar a sustentabilidade dos sistemas de tratamento de águas residuais, os indicadores analisados devem permitir avaliar aspectos como a eficiência e os impactos ambientais e económicos, devendo ter em consideração a localização geográfica, a cultura e a população servida, devendo ser mensuráveis, objectivos e claros nas metas a atingir e permitindo avaliar o seu sucesso ou a falta dele.

Seleccionaram-se assim indicadores com base em: (1) na sua relevância para tratamento de águas residuais recorrendo a diferentes tecnologias, e (2) na sua capacidade para a sustentabilidade (ou não), considerando aspectos económicos, sociais e ambientais.

Os resultados apresentados sugerem que os sistemas de tratamento constituídos por fossas sépticas complementadas com leitos de macrófitas têm elevado potencial para contribuir para a sustentabilidade, tanto pelos reduzidos custos energéticos que lhes estão associados como pela eficiência na remoção da CBO_5, da CQO, dos SST e até do Azoto Total e do Fósforo Total. Outro aspecto frequentemente referido para este tipo de sistemas de tratamento de águas residuais, prende-se como o facto de constituir *habitat* para muitas espécies animais.

Palavras-Chave: Leitos de Macrófitas, Fossa Séptica, Indicadores de Sustentabilidade, Pequenos aglomerados urbanos, Sistemas de tratamento de águas residuais.

SIMULAÇÃO DINÂMICA DO SISTEMA DE SANEAMENTO DE S. JOÃO DA TALHA, EM LOURES

Filipa FERREIRA

Eng.ª Civil, PhD, Professora Auxiliar do IST/UTL, Lisboa, Portugal, filipaf@civil.ist.utl.pt

José S. MATOS

Eng.º Civil, PhD, Professor Catedrático do IST, Lisboa, Portugal, jsm@civil.ist.utl.pt.

Paulo INOCÊNCIO

Eng.º do Ambiente, SIMTEJO, S.A., p.inocencio@simtejo.adp.pt.

Pedro PÓVOA

Eng.º do Ambiente, SIMTEJO, S.A., p.povoa@simtejo.adp.pt.

RESUMO

A modelação computacional de sistemas de drenagem de águas residuais, como instrumento de planeamento, projecto, análise e operação de sistemas, teve início sensivelmente na década de 1970.

No âmbito da presente comunicação é apresentada a modelação integrada do sistema de drenagem e tratamento de S. João da Talha, no concelho de Loures. Este caso de estudo pretendeu avaliar, através da modelação integrada dos interceptores e da ETAR (pelos modelos MOUSE e GPS X), o desempenho global daquele sistema, e concorrer para a definição de procedimentos de gestão e/ou beneficiação do sistema de drenagem e tratamento, que contribuam para a mitigação dos principais problemas de exploração actualmente existentes.

Este tipo de abordagem, baseada em simulação dinâmica de colectores/ETAR, beneficia com o conhecimento das características de qualidade e de quantidade dos caudais afluentes ao sistema. Neste contexto, foram analisados os dados de exploração daquela ETAR e realizaram-se campanhas experimentais, em tempo seco, com o objectivo de caracterizar diversos parâmetros físico-químicos e microbiológicos à entrada e à saída da ETAR, a montante do tratamento secundário, na linha de drenados e na linha de recirculação.

Globalmente, a modelação integrada do sistema de drenagem e tratamento de S. João da Talha permitiu concluir que a melhoria do comportamento hidráulico e ambiental do sistema não depende unicamente da beneficiação da ETAR, mas também da reabilitação ou beneficiação dos interceptores e da rede de drenagem, e da adopção de medidas de operação e gestão integrada.

Palavras-chave: abordagem integrada, águas residuais, lamas activadas, , modelação dinâmica.

IMPACTO DAS AFLUÊNCIAS DE ORIGEM PLUVIAL NUM PEQUENO SISTEMA DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS

André Ferreira PINTO

Bolseiro de Investigação do Núcleo de Engenharia Sanitária/Departamento de Hidráulica e Ambiente/Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. Do Brasil 101 1700-066 Lisboa, Portugal, André_Pinto@portugalmail.pt

Maria Adriana CARDOSO

Investigadora Auxiliar do Núcleo de Engenharia Sanitária/Departamento de Hidráulica e Ambiente/Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. Do Brasil 101 1700-066 Lisboa, Portugal, macardoso@lnec.pt

Maria do Céu ALMEIDA

Investigadora Auxiliar do Núcleo de Engenharia Sanitária/Departamento de Hidráulica e Ambiente/Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. Do Brasil 101 1700-066 Lisboa, Portugal, mcalmeida@lnec.pt

Rita RIBEIRO

Assistente de Investigação do Núcleo de Engenharia Sanitária/Departamento de Hidráulica e Ambiente/Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. Do Brasil 101 1700-066 Lisboa, Portugal, rribeiro@lnec.pt

RESUMO

A presente comunicação foca a problemática das afluências indevidas de origem pluvial em pequenos sistemas de drenagem de águas residuais, descrevendo o trabalho desenvolvido através da quantificação e avaliação do impacto da infiltração e das afluências pluviais indevidas no desempenho técnico dos sistemas. Para tal, recorreu-se a informação experimental de medição de precipitação e caudal à entrada da ETAR de um sistema de águas residuais de pequena dimensão localizado no interior do país.

O cálculo das estimativas do caudal de infiltração foi efectuado recorrendo a diferentes métodos, propostos por vários autores, tendo sido realizada uma análise comparativa com aplicação ao caso de estudo. As afluências pluviais indevidas foram também estimadas e, com base nesta quantificação das afluências ao sistema foi avaliado o seu desempenho, recorrendo a indicadores de desempenho.

Palavras-chave: Rede de drenagem, avaliação de desempenho, afluências indevidas, incerteza, eventos pluviométricos independentes.

VIABILIDADE ECONÓMICA DE UM APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL

Caso de estudo numa urbanização em Vila Real – Portugal

Luís PEREIRA

Estudante de Engenharia Civil, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, luis_novo_prs@hotmail.com

Cristina MATOS

Professora Auxiliar, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Escola de Ciência e Tecnologia, Departamento de Engenharias, Quinta de Prados, 5000 Vila Real, crismato@utad.pt

Isabel BENTES

Professora Associada, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Escola de Ciência e Tecnologia, Departamento de Engenharias, Quinta de Prados, 5000 Vila Real, ibentes@utad.pt

RESUMO

A água é um bem indispensável à vida, por isso, a sua escassez em algumas zonas do globo é uma das maiores preocupações do mundo actual. Este problema exige uma política de racionalização da utilização da água, evitando sobretudo o seu desperdício e promovendo mudanças comportamentais nomeadamente no sentido da aceitação e prática da reutilização de água. O desenvolvimento tecnológico e social permite-nos, hoje, aproveitar e armazenar a água da chuva para usos não potáveis, como é o caso da rega, da lavagem de automóveis e de pavimentos. Contudo, a difusão de sistemas de aproveitamento de água pluvial depende, para além de outros factores, da sua viabilidade económica. É certo que, o aproveitamento pluvial, constitui a nível ambiental uma proposta pertinente mas, apenas terá um impacto significativo se a sua aplicação for economicamente viável.

Neste trabalho é analisada a viabilidade económica de um sistema de utilização de água pluvial numa urbanização em Vila Real, constituída por 99 residências e que compreende a recolha, a drenagem, o armazenamento, o tratamento e a distribuição da água pluvial aos consumidores.

A rentabilidade de projectos desta natureza só se evidencia a longo prazo, como se mostra neste estudo, no entanto, uma vez que o esforço para que a água chegue às casas dos consumidores é cada vez maior e mais dispendioso, é importante avaliar os benefícios ambientais adicionais resultantes da sua implementação. Adicionalmente, salienta-se que, no presente estudo só se considerou o valor da inflação para estimar aumento anual do preço da água, no entanto, prevê-se que este venha a crescer nos próximos anos de uma forma mais evidente, o que aumentará a viabilidade económica de projectos deste tipo.

Tendo consciência de que este tipo de projectos não constituem uma prática comum no nosso país e são ainda pouco assumidos a nível mundial, salvo nalguns países como é o caso do Japão, Estados Unidos e Alemanha que apresentam alguns casos de sucesso, este estudo representa um auxiliar técnico no que se refere aos estudos de viabilidade económica destes projectos.

Palavras-Chave: Reutilização, água pluvial, viabilidade económica.

SESSÃO 5

3.ª Feira, dia 23 de Março

09:00 – 11:00

SALA BRASIL

PLANEAMENTO, GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

RESPONDING TO A CHANGING WORLD

Large dams, bigger dreams and the impact of changing community values about water: Guadiana river basin (Portugal) and the Ord River Basin (Australia)

Susana NETO

Technical University of Lisbon / IST / CESUR / UNESCO-IHP HELP Program

susana.neto@civil.ist.utl.pt

Jeff CAMKIN

University of Western Australia / Cooperative Research Centre for Irrigation Futures / UNESCO-IHP HELP Program, Jeff.camkin@gmail.com

ABSTRACT

The Alqueva dam, in Portugal's Alentejo region, created the largest man-made reservoir in Europe when it filled in 2002. The Argyle dam, in the Kimberley region of north-western Australia, created the largest man-made reservoir on the Australian continent when it filled in the early 1970s. And the similarities don't end there.

Both reservoirs were created after decades of discussion, argument and planning. Both were the subject of national and regional development agendas. Both received significant infrastructure funding from national governments. Both are focused on the provision of water for irrigated agriculture. Both are yet to be fully implemented and are currently undergoing government sponsored expansion. And both developments were, and continue to be, contentious.

Community attitudes have changed markedly in the decades since the Alqueva and Argyle dams were conceived. In each case, the initial vision was one of large scale irrigated agriculture. However, community attitudes, values and activities have changed. Potential impacts on downstream ecosystems and communities, challenges of the distance to markets, alternative opportunities for water use (such as tourism), the social challenges of creating or expanding irrigation areas, and greater community and government awareness of the impact of irrigation developments around the world have highlighted the need for new thinking about both schemes.

This paper compares the history of the Alqueva and Argyle dams projects, highlights some of the key issues which need to be considered in establishing new visions for these developments and draws out opportunities for shared learning.

Our aim is not to focus on the question of whether large dams are good or bad. Rather, we aim to focus on the role of central governments supporting large scale water infrastructure for developments. To do this, we highlight some of the key similarities and differences, and make some commentary on what might be learnt from this.

Keywords: Alqueva dam; Alentejo; Argyle dam; Ord River; water resource management.

VOLUNTARIADO AMBIENTAL PARA A ÁGUA

1ª Acção de Formação sobre Conservação e Sustentabilidade dos Ecossistemas de Água Doce.

Sofia DELGADO

Eng.ª Química, ARH do Algarve, IP, Rua do Alportel, 10, 8000-293 Faro, +351.89.889000, sdelgado@arhalgarve.pt

Maria P. VAZ

Eng.ª Química, ARH do Algarve, IP, Rua do Alportel, 10, 8000-293 Faro, +351.89.889000, pvaz@arhalgarve.pt

Manuela MORAIS

Prof. Doutora U.E., Laboratório da Água, ICAAM, Largo dos Colegiais nº2,7004-516 Évora, +351. 66.740800, mmorais@dbio.uevora.pt

Paulo PINTO

Prof. Doutor, U.E., Laboratório da Água, ICAAM, Largo dos Colegiais nº2,7004-516 Évora, +351. 66.740800, ppinto@uevora.pt

Alexandra CHÍCHARO

Prof. Doutora, UALG - FCMA, Campus de Gambelas, ed. 7, 8005-139 Faro, +351.89.800900, mchichar@ualg.pt

Luís CHÍCHARO

Prof. Doutor UALG - FCMA, Campus Gambelas, 8005-139 Faro, +351.89.800900, lchichar@ualg.pt

Ana C. MADEIRA

Prof.ª, CF Dr. Rui Grácio, Largo Prof Egas Moniz Apartado 302, 8601-904 Lagos, +351.82..770997, centroruigracio@esjd.pt

RESUMO

A Administração da Região Hidrográfica do Algarve, I.P. vai implementar, em 2010, um programa de monitorização voluntária de alguns rios da sua área de jurisdição, que se alargará posteriormente para a zona estuarina e costeira. Numa primeira fase os grupos de voluntários serão alunos do 2.º e 3º Ciclo do ensino básico e secundário do Algarve. Estes voluntários irão proceder à colheita, identificação e análise de macroinvertebrados bentónicos, com o objectivo de determinarem o estado ecológico dos ecossistemas amostrados. Os resultados obtidos serão auditados pelas Universidade de Évora e do Algarve, não só como forma de garantir a qualidade dos resultados, mas fundamentalmente com o objectivo de se melhorar progressivamente a eficiência do processo. Os docentes envolvidos irão receber os conhecimentos teóricos e práticos necessários em cursos de formação a realizar nos centros de formação de professores. Nestes cursos será aproveitada a experiência da acção de formação de professores realizada no âmbito do projecto Europeu CONFRESH, bem como os materiais didácticos produzidos. Esses materiais constam de um manual do professor e de um manual do aluno, onde se encontram os conhecimentos teóricos básicos para o estudo dos ecossistemas aquáticos. Integram igualmente um livro de actividades de campo que orienta os alunos nas suas observações e um conjunto de fichas de identificação de macroinvertebrados que, para além de incluírem uma fotografia e um esquema dos diferentes organismos, fornecem informação

complementar sobre a sua ecologia, especialmente no que se refere à sua tolerância à contaminação dos ecossistemas aquáticos.

Palavras-chave: Voluntariado ambiental; água, formação; monitorização; macroinvertebrados bentónicos.

AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA-AAE NA ELABORAÇÃO DE PLANOS DE ORDENAMENTO DE ALBUFEIRAS

Maria José Lucena e VALE

Investigadora -IGP; Professora FE-UCP;

Remi Guy da Silva AUTHIER

Engenheiro do Ambiente e Urbanismo;

José Matos SILVA

Professor, CEHIDRO, IST.

Sara LEMOS

Engª, DHV

RESUMO

A AAE associada a planos de gestão da água é um procedimento obrigatório em Portugal desde a publicação do Decreto-Lei nº 232/2007 de 15 de Junho, que consagra no ordenamento jurídico nacional os requisitos estabelecidos na Directiva 2001/42/CE, de 25 de Junho. A realização AAE ao nível do planeamento deve ponderar todos os custos e benefícios associados a cada estratégia de desenvolvimento. Os custos e benefícios devem ser contabilizados em termos da socioeconomia e dos recursos ambientais da região, conciliar interesse público e privado e determinar a adopção de soluções sustentáveis ponderando o longo prazo, reduzindo os efeitos nefastos no ambiente.

A água assume um papel cada vez mais relevante na sociedade actual. A eficácia de gestão que lhe deve estar associada envolve considerar reais ou potenciais problemas de stress hídrico, a sua relação com o uso e ocupação do solo, a necessidade de gerir interesses em conflito, evitando ou minimizando a sua ocorrência.

Conciliar preservação da água em quantidade e qualidade, com sustentabilidade do desenvolvimento é pois um problema de difícil solução.

Para ilustrar o papel da AAE na condução de estratégias sustentadas de a consolidar num quadro normativo bastante complexo associado à aprovação da Directiva Quadro da Água, a sua transposição na Lei da Água e ao conjunto de diplomas que regulam a actividade de planeamento e licenciamento, apresenta-se uma proposta de planeamento integrado aplicada a gestão de reservas de água potável ponderando a transversalidade da política da água. Conduz-se a apresentação de forma a integrar o quadro normativo comunitário e o quadro normativo português para permitir a compreensão da complexidade do problema em análise e a justificar uma estratégia inovadora de gestão.

Palavras-Chave: Avaliação Ambiental Estratégica - AAE, Planos, Informação, Água, Qualidade.

CONSTRUÇÃO DE UM MODELO HIDROLÓGICO DA BACIA DE ALJEZUR APOIADA EM FERRAMENTAS SIG

João Nuno JACOB

Eng.º Civil, Mestre em Engenharia Civil, Bolseiro FCT, LNEC, Av. do Brasil 101, 1700-066 Lisboa, jjacob@lnec.pt

Nuno CHARNECA

Eng.º Biofísico, Bolseiro FCT de Doutoramento, LNEC, Av. do Brasil 101, 1700-066 Lisboa, pramalho@lnec.pt

Rita F. de CARVALHO

Eng.ª Civil, Doutorada em Engenharia Civil, Professora Auxiliar, DEC- Pólo II da Universidade, Rua Luís Reis Santos 3030-788 Coimbra , ritalmfc@dec.uc.pt

Luís M. DAVID

Eng.º Civil, Doutorado em Engenharia Civil, Investigador Auxiliar, LNEC, Av. do Brasil 101, 1700-066 Lisboa, ldavid@lnec.pt

RESUMO

Aljezur é um concelho situado na costa ocidental do Algarve, onde existe a ribeira de Aljezur que, como outros pequenos cursos de água em Portugal, tem um regime torrencial, i.e., caudal reduzido ou nulo durante a estação seca e caudal elevado após os períodos chuvosos. A bacia de Aljezur tem cerca de 180 km^2 e o curso de água principal tem uma extensão de 35,7 km. No âmbito de um estudo da morfologia e da qualidade da água do estuário e da zona da embocadura, pretende-se desenvolver um modelo hidrológico da bacia da ribeira de Aljezur para estimar as afluências nos períodos chuvosos.

O desenvolvimento do modelo hidrológico para a bacia de Aljezur foi efectuado utilizando um sistema de informação geográfica (SIG) como pré-processador de dados espaciais sobre a morfologia do terreno, e de outros parâmetros físicos essenciais ao funcionamento do modelo hidrológico. O procedimento dividiu-se em quatro fases: a primeira contemplou a construção um modelo digital do terreno (MDT) hidrologicamente correcto; a segunda consistiu no delineamento das áreas de drenagem e da respectiva rede hidrográfica (utilizando a ferramenta ArcHydro); na terceira fase foram gerados parâmetros hidrológicos e elaborada uma representação dos números de escoamento do território (Curve Number – CN) com base em informação da litologia e da ocupação do solo, através da ferramenta HEC-GeoHMS; e, finalmente, a fase em que os dados espaciais e hidrológicos, anteriormente produzidos, foram compilados e formatados como dados de entrada do programa Hydrological Modelling System (HEC-HMS).

Palavras-chave: SIG, MDT, ArcHydro e HEC-GeoHMS, CNgrid, Modelação Hidrológica.

THE AUSTRALIAN WATER ASSOCIATION:

Trusted leadership in sustainable water management

Jeff CAMKIN

Director, Australian Water Association / University of Western Australia, Jeff.camkin@gmail.com

ABSTRACT

Born, or perhaps hatched, in 1962, the Australian Water Association (AWA) is a slightly older sister of the Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos. Our vision is to become a trusted leader in water management and we aim to foster knowledge, understanding and advancement in sustainable water management – its science, practice and policy – through advocacy, collaboration and professional development.

With over 5,000 members across Australia, and growing by 9% per annum, AWA has rapidly growing breadth and depth of membership from all areas of the water sector. Our advocacy, industry development programs, conferences and events, professional training, awards, specialist and community networks, and extremely active branches across Australia reflect our expanding membership.

The AWA predicts an additional 40,000 more skilled people will be required in the Australian water sector over the next 10 years to deal with our national water challenges. This paper presents some of the activities of AWA in addressing this and other water challenges. Highlights include our highly successful Young Water Professionals program, Water Industry Capacity Development program, H2Oz, which promotes the water sector as a great career opportunity for new graduates, and Water Australia, a new organisation that has been established within AWA to promote Australia's water expertise internationally.

Keywords: Australia, water, Australian Water Association, Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos.

SESSÃO 6

3.ª Feira, dia 23 de Março

09:00 – 11:00

SALA MADEIRA

SEGURANÇA, SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA E HIDRODINÂMICA

PROTECÇÃO E QUALIDADE DA ÁGUA E DOS ECOSSISTEMAS

SISTEMAS DE SUPORTE À DECISÃO EM RECURSOS HÍDRICOS

Caso de estudo na Bacia Hidrográfica do Rio Pinhão

Luís Filipe SANCHES FERNANDES

Professor Auxiliar do Departamento de Engenharias da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro; CITAB - Centro de Investigação e Tecnologias Agro-Ambientais e Biológicas; filipe@utad.pt

Maria João Lordelo MARQUES

Técnica Superior (estagiária) da Empresa Águas de Trás-os-Montes e Alto Douro, 259309377, m.marques@atmad.pt

Levi Roçadas PIRES

Engenheiro Florestal, levirocadas@sapo.pt

Alda PEREIRA

Técnica Superior da Empresa Águas de Trás-os-Montes e Alto Douro, 259309377, a.pereira@atmad.adp.pt

João Paulo MOURA

Professor Auxiliar do Departamento de Engenharias da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro; GECAD - Grupo de Investigação em Engenharia do Conhecimento e Apoio à Decisão; jpmoura@utad.pt

RESUMO

Após a consciencialização da escassez da água e da sua vital importância, urge promover a sua gestão sustentável. Neste sentido e depois de identificados os problemas mais graves como as necessidades conflituantes dos vários consumidores, os desafios impostos pelos desequilíbrios entre necessidades e disponibilidades hídricas e a necessária preservação da qualidade das massas de água, surgem medidas orientadoras como a Directiva Quadro da Água, DQA (DQA, 2000), imposta pela União Europeia, UE.

Os sistemas de suporte à decisão (SSD) têm dado um contributo importante na gestão da água, principalmente ao nível da bacia hidrográfica, permitindo a modelação da bacia e a simulação de cenários que visam responder às questões colocadas e, finalmente tomar decisões que vão ao encontro dos objectivos traçados. Para este efeito, neste trabalho, foi utilizado o software MIKE BASIN para modelação da bacia hidrográfica do rio Pinhão, auxiliado por uma Sistema de Informação Geográfica, SIG, que permite a modelação da bacia de forma temporal e espacial, facilitando a visualização e interpretação dos resultados. Após a modelação geográfica da bacia foram introduzidos os dados temporais e espaciais de entrada, culminando em cenários perspectivados para a segunda metade do Sec XXI, com uma redução substancial de precipitações ocorridas e suas consequências a nível desta bacia estudada.

Palavras-Chave: SSD, SIG, Cenário, Mike Basin, Recursos Hídricos.

DELIMITAÇÃO DE ÁREAS INUNDÁVEIS POR ACÇÃO FLUVIAL

Aplicação ao Rio Séqua/Gilão na área urbana de Tavira

Jorge Manuel G. P. ISIDORO

Mestre, Universidade do Algarve, Campus da Penha – 8005 FARO, jisidoro@ualg.pt

Vera Lúcia S. ROCHETA

Licenciada, Universidade do Algarve, Campus da Penha – 8005 FARO, vrocheta@ualg.pt

Rui Miguel M. LANÇA

Mestre, Universidade do Algarve, Campus da Penha – 8005 FARO, rlanca@ualg.pt

RESUMO

A Universidade do Algarve realizou em 2008 um estudo para o Município de Tavira relativo à delimitação das áreas inundáveis causadas por extravasamento do rio que atravessa a cidade, Rio Séqua/Gilão, devido a precipitações intensas associadas a períodos de retorno de 10 e de 100 anos.

O estudo em causa dividiu-se basicamente em três etapas: a realização de um estudo hidrológico da bacia hidrográfica do Rio Séqua/Gilão (221km^2) com vista a determinação de caudais máximos de cheia, a realização de um estudo hidrodinâmico, no qual se efectuou a modelação numérica do troço de rio com aproximadamente 9.50km, considerando o efeito das diversas estruturas hidráulicas existentes no troço e do efeito de maré, e finalmente a identificação dos níveis atingidos pelo Rio para os caudais associados a períodos de retorno de 10 e 100 anos. Foram também analisados os resultados obtidos e identificadas soluções para minimizar o efeito das cheias na cidade de Tavira.

Particular atenção foi dada à aferição do modelo utilizado, através da comparação entre os níveis de cheia atingidos na cheia de 3 de Dezembro de 1989 (através de marcas de cheia, fotografias e vídeos) e os níveis de cheia modelados. Este exercício permitiu verificar que o modelo numérico apresenta resultados muito satisfatórios nas simulações efectuadas.

Foi também realizada uma simulação tendo em conta potenciais efeitos das alterações climáticas no que concerne à subida do nível médio do mar.

Pretende-se apresentar uma síntese das etapas que constituíram o estudo, dando particular incidência ao trabalho de aferição existente, bem como à elaboração dos mapas de delimitação de áreas inundáveis.

Palavras-Chave: Cheias fluviais, Alterações climáticas, Eventos extremos, Modelação hidrológica, Modelação hidrodinâmica.

CARACTERIZAÇÃO DO RISCO E SISTEMA DE ALERTA E AVISO DO PLANO DE EMERGÊNCIA INTERNO DA BARRAGEM DE ODELOUCA

Miguel GAMBOA

Consultor, Lisboa, +351.96.2609555, mgamboasilva@gmail.com

Paula FARRAJOTA

Consultora, Loulé, pfarrajota@gmail.com

Mónica CABRITA

Consultora, Silves, mbrita2@gmail.com

Rui M.L. FERREIRA

CEHIDRO & Instituto Superior Técnico, U.T. Lisboa, Av. Rovisco Pais, Lisboa, +351.21.8418148, ruif@civil.ist.utl.pt

Marisa VIRIATO

Águas do Algarve, Faro, m.viriato@aguasdoalgarve.pt

Mário J. FRANCA

Tetraplano, Engenharia Lda., R. Poeta Bocage, 13 B – 1600-581 Lisboa, +351.21.7520320, mfranca@tetraplano.com

RESUMO

O Plano de Emergência Interno da barragem de Odelouca (PEIO) contempla os aspectos de segurança relativos à barragem, albufeira e zona próxima do vale a jusante, designada por Zona de Auto-Salvamento (ZAS) e deverá contribuir para uma boa ligação entre a equipa técnica responsável pela exploração da barragem e as autoridades de protecção civil, contribuindo para a eficácia do planeamento de emergência.

Nesta comunicação apresenta-se a metodologia levada a cabo na caracterização do vale a jusante da barragem de Odelouca no âmbito do Plano de Emergência Interno elaborado em 2009, assim como apresentar as linhas gerais do Sistema de Alerta e Aviso (SAA) do PEIO. A extensão do vale em estudo desenvolve-se desde a secção da barragem de Odelouca até à foz, junto a Portimão, numa extensão de cerca de 33 km, abrangendo território dos concelhos de Monchique (freguesia de Alferce), Silves (freguesia de Silves), Lagoa (freguesias de Estombar, Parchal e Ferragudo) e Portimão (freguesia de Portimão).

A caracterização do vale a jusante envolveu a consulta de elementos junto de entidades locais e regionais responsáveis pelo ordenamento do território e planeamento de emergência, tendo-se focado nos seguintes tópicos: ocupação do solo; demografia e povoamento; actividades económicas; vias de comunicação; pontes e pontões; rede eléctrica; telecomunicações; zonas de conservação da natureza; planos de ordenamento do território e sismicidade. Do cruzamento dos dados do reconhecimento do vale com a área de inundação na eventualidade da ruptura da barragem de Odelouca, estabelece-se o Sistema de Alerta e Aviso (SAA) e define-se a operacionalidade do PEI.

A caracterização do risco no vale a jusante da barragem de Odelouca e a as linhas orientadoras do sistema de alerta e aviso, que se apresentam sucintamente, assentaram numa metodologia

participativa que envolveu os técnicos responsáveis pela elaboração do PEIO, os elementos dos serviços de protecção civil municipais e distritais da área abrangida pela onda de inundação, particularmente na ZAS, a Águas do Algarve S.A. e a população residente e/ou utilizadora do vale a jusante na ZAS. A metodologia adoptada teve a dupla vantagem da participação efectiva dos agentes locais e regionais e da sensibilização da população da ZAS para o risco decorrente de uma eventual ruptura ou incidente com a barragem e com a descarga de cheias.

O Sistema de Alerta e Aviso identifica os mecanismos considerados suficientes para o aviso às populações do vale a jusante em caso de emergência, definindo um conjunto significativo de procedimentos, materializados pela instalação de equipamentos de aviso e sinalética orientadora e condicionadora da utilização do vale a jusante da barragem. O PEIO integra as orientações mais recentes das entidades responsáveis pela segurança de barragens e pelas acções de protecção civil, assim como o disposto no RSB relativamente ao planeamento de emergência, constituindo um documento fundamental para a gestão da emergência na barragem e no vale a jusante na ZAS.

Palavras chave: plano de emergência interno, barragem de Odelouca, ruptura de barragens.

MODELO RIVER2D. ANÁLISES DE SENSIBILIDADE À DISCRETIZAÇÃO DA MALHA E À RUGOSIDADE

Isabel BOAVIDA

Mestre em Hidráulica e Recursos Hídricos, IST, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa isabelboavida@ist.utl.pt

António N. PINHEIRO

Professor Associado com Agregação, IST, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, apinheiro@civil.ist.utl.pt

RESUMO

Os ecossistemas fluviais têm sido degradados ao longo dos anos pela constante pressão humana. Esta pressão leva à alteração dos troços fluviais que resulta numa uniformização dos habitats fluviais e na degradação do ecossistema aquático. No sentido de contrariar esta tendência e com o intuito de salvaguardar as espécies aquáticas vários projectos de requalificação fluvial têm sido propostos e implementados em todo o mundo. Na última década, o uso de modelos bidimensionais capazes de modelar o habitat das espécies aquáticas têm sido frequentemente aplicados a estes estudos de requalificação fluvial. Estes modelos em conjunto com dados de preferência de habitat para as espécies piscícolas, traduzidos em curvas de preferência de habitat, determinam a variação do habitat das espécies alvo em função de variações do caudal ou de alterações na morfológica do leito. Um dos modelos mais usados actualmente é o modelo bidimensional River2D. Com base numa representação topográfica tão rigorosa quanto possível da morfologia do curso de água, este modelo cria uma malha de elementos finitos, que deve representar com exactidão as características físicas do leito importantes para os organismos aquáticos. Outro factor que condiciona as variáveis simuladas (i.e. profundidade e velocidade) é a rugosidade do leito. Com o intuito de analisar a influência da densidade da malha e da distribuição dos valores de rugosidade nos resultados do modelo hidráulico, realizou-se uma análise de sensibilidade ao modelo River2D, simulando um troço na ribeira de Odelouca. Os resultados das simulações indicam que o modelo é sensível a variações destes dois parâmetros. No entanto, verificou-se que tais variações são pouco significativas para o estudo de modelação do habitat das espécies aquáticas.

EFEITOS DA IRRADIAÇÃO ULTRA-SÓNICA EM CIANOBACTÉRIAS

Ana C. CLARO

Mestre em Engenharia do Ambiente, acbclaro@gmail.com

Helena MUELLE

Lic. em Química Aplicada, Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Nova de Lisboa, Quinta da Torre, 2829-516, Caparica, hm@fct.unl.pt

Mário DINIZ

PhD, Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Nova de Lisboa, Quinta da Torres, 2829-516, mesd@fct.unl.pt

Maria C. SANTOS

Profª Auxiliar, Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Nova de Lisboa, Quinta da Torres, 2829-516, mcrs@fct.unl.pt

RESUMO

A crescente eutrofização dos ecossistemas aquáticos tem potenciado significativamente o desenvolvimento de florescências ou *blooms* de cianobactérias e subsequentemente impactos sociais, económicos e ambientais.

A contaminação das massas hídricas por cianobactérias pode constituir sérios riscos para a saúde pública e para o ambiente, especialmente quando relacionados com a natureza tóxica das espécies frequentemente presentes nos *blooms*. As microcistinas são as toxinas que mais frequentemente ocorrem nos *blooms* de cianobactérias dulciaquícolas.

A gestão e as estratégias envolvidas no controlo de *blooms* de cianobactérias têm revelado ser insuficientes, com efeitos transitórios ou traduzidas numa poluição secundária. Neste contexto, a tecnologia ultra-sónica surge como um método alternativo e emergente na prevenção e no controlo de *blooms* de cianobactérias.

Neste trabalho preliminar são apresentados os efeitos de cinco minutos de aplicação de ultra-sons sobre o crescimento de cianobactérias do género *Microcystis*, assim como a influência da acção dos ultra-sons sobre a libertação de microcistinas intracelulares para a fase solúvel.

Com a presente comunicação pretende-se contribuir para um maior conhecimento sobre a viabilidade da aplicação de ultra-sons no controlo de *blooms* de cianobactérias.

Palavras-Chave: *Blooms*, Cianobactérias, Ultra-sons, *Microcystis* spp., Microcistinas.

MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO EM CONTACTO COM ÁGUA DESTINADA AO CONSUMO HUMANO NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DA EPAL

Medidas de Controlo do Risco

André Miguel LOPES

Licenciado em Química Tecnológica, Laboratório Central da EPAL, Rua do Alviela, 12, 1170-012, Lisboa, +351.21.8100347, andrefer@epal.pt

Vitor VALE CARDOSO

Licenciado em Ciências Farmacêuticas, Laboratório Central da EPAL, Rua do Alviela, 12, 1170-012, Lisboa, +351.21.8100241, vitorcar@epal.pt

Rui NEVES CARNEIRO

Licenciado em Engenharia Química, Laboratório Central da EPAL, Rua do Alviela, 12, 1170-012, Lisboa, +351.21.8100235, rcarnei@epal.pt

Elisabete FERREIRA

Licenciado em Biologia, Laboratório Central da EPAL, Rua do Alviela, 12, 1170-012, Lisboa, +351.21.8100218, elisabr@epal.pt

Maria João BENOLIEL

Engenheira Químico-Industrial, Laboratório Central da EPAL, Rua do Alviela, 12, 1170-012, Lisboa, +351.21.8100224, maria.benoliel@epal.pt

RESUMO

A água destinada ao consumo humano entra em contacto com diferentes materiais de construção usados na captação, tratamento, adução, armazenamento e sistemas de distribuição, bem como nos sistemas de canalizações até à torneira do consumidor. Todos os materiais utilizados nas estruturas de abastecimento têm uma potencial capacidade de pôr em causa a qualidade da água para consumo humano, reduzindo o nível de protecção da saúde humana.

A EPAL é responsável pela produção e abastecimento de cerca de 2.8 milhões de pessoas em 31 municípios, incluindo a cidade de Lisboa. Diversos materiais são utilizados no sistema de abastecimento, desde aço, alvenaria, betão, compostos cimentícios, ferro fundido, plásticos, policloreto de vinilo, poliéster reforçado com fibra de vidro, polietilenos.

A EPAL apresenta medidas de controlo para minimizar o risco associado aos materiais em contacto com água como: critérios estabelecidos no tratamento da água para minimizar a corrosão e a migração de substâncias; inspecções visuais a todos os activos a cada cinco anos; renovação da rede de Lisboa e em complemento a estas medidas a EPAL desenvolveu e implementou um sistema de aprovação para materiais orgânicos e cimentícios, baseado nas normas europeias. Os ensaios de migração estão validados e permitem avaliar não só o potencial do material em modificar características da água como cheio, sabor, cor, turvação, mas também os constituintes químicos e a possível lixiviação de substâncias para a água, ou ainda para avaliar a capacidade dos materiais orgânicos em remover o cloro da água.

Palavras-chave: Materiais de Construção, Sistema de Abastecimento, Água para Consumo Humano, Ensaios de Migração.

PESQUISA DE MICRORGANISMOS PATOGÉNICOS EMERGENTES NA ÁGUA CAPTADA PELA EPAL

Ana RIBEIRO

Engenheira Biológica, Equipa de Microbiologia, Laboratório Central da EPAL

Dora FIGUEIREDO

Licenciada em Biologia, Equipa de Microbiologia, Laboratório Central da EPAL

Célia Serras NETO

Licenciada em Ciências Farmacêuticas, Coordenadora da Equipa de Microbiologia, Laboratório Central da EPAL

Elisabete FERREIRA

Licenciada em Biologia, Responsável pela Unidade de Análises do Laboratório Central da EPAL

Maria João BENOLIEL

Engenheira Química Industrial, Directora do Laboratório Central da EPAL.

RESUMO

A qualidade microbiológica das origens de água para consumo humano, em particular das origens de água superficial, regista grandes alterações, a nível espacial e temporal, dada a exposição a diversos factores humanos e ambientais.

A legislação nacional em vigor (Decreto-Lei 236/1998, de 1 de Agosto), que estabelece normas, critérios e objectivos de qualidade com a finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas em função dos seus principais usos, determina que a qualidade microbiológica das origens de água destinadas à produção de água para consumo humano deve ser avaliada com base na pesquisa de microrganismos indicadores de contaminação fecal (e.g. Coliformes Totais, Enterococos e Salmonelas). No entanto, é reconhecido que além dos parâmetros indicadores, existem outros microrganismos patogénicos, tais como protozoários, helmintas e vírus, que são mais resistentes ao tratamento clássico e à desinfecção da água. No sentido de se avaliarem os riscos associados a potenciais contaminantes microbiológicos nas origens de água é de extrema importância a monitorização sistemática da qualidade da água nos locais de captação de água destinada ao consumo humano.

A Empresa Portuguesa das Águas Livres, S.A. - EPAL tem por missão a prestação de serviços de água e gestão sustentável do ciclo urbano da água, assegurando que a água distribuída aos seus consumidores é de elevada qualidade. Tendo em conta este princípio, o Laboratório Central da EPAL monitoriza a qualidade da água das origens de água superficiais, subterrâneas e de nascente, avaliando a presença de microrganismos indicadores de contaminação fecal e patogénicos emergentes, tais como *Pseudomonas aeruginosa, Legionella* spp., *Legionella pneumophila*, *Klebsiella* spp., *Shigella* spp., *Aeromonas hydrophila*, *Campylobacter jejuni*, *Mycobacterium* spp, *Cryptosporidium* e *Giardia.* Neste trabalho apresentam-se os resultados relativos à pesquisa destes patogénicos, bem como a avaliação dos resultados obtidos desde 2001.

Palavras-chave: Microrganismos patogénicos; origens de água destinadas ao consumo humano.

SESSÃO 7

3.ª Feira, dia 23 de Março

09:00 – 11:00

SALA MOÇAMBIQUE

ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

HIDRODINÂMICA DA LAGOA DA ERVEDEIRA (LEIRIA) E SUA RELAÇÃO COM O AQUÍFERO FREÁTICO LOCAL

Rui M. T. B. ANDRADE

Engº. Geológico da Câmara Municipal, Leiria – ruitba@gmail.com

José M.M. AZEVEDO

Centro de Geofísica e Depto de Ciências da Terra, FCTUC, Universidade de Coimbra – jazevedo@dct.uc.pt

Fernando P.O. FIGUEIREDO

Centro de Geociências e Depto de Ciências da Terra, FCTUC, Universidade de Coimbra – fpedro@dct.uc.pt

RESUMO

O estudo da hidrodinâmica da Lagoa da Ervedeira e da sua relação com o aquífero superior não-confinado (Aq_{sup}) que evolui nos domínios envolventes baseou-se fundamentalmente em:

- Caracterizações geológica e hidrogeológica, regionais e locais;
- Prospecção geofísica nas envolventes da Lagoa (utilização de métodos electromagnéticos);
- Reconhecimento da batimetria da Lagoa e registo das oscilações do espelho de água;
- Piezometria e elaboração de cartas de fluxo do aquífero freático (Aq_{sup}) (Fig. 1);
- Medições regulares da CE, do pH e do Ox_{dis} da água superficial e da subterrânea (poços).

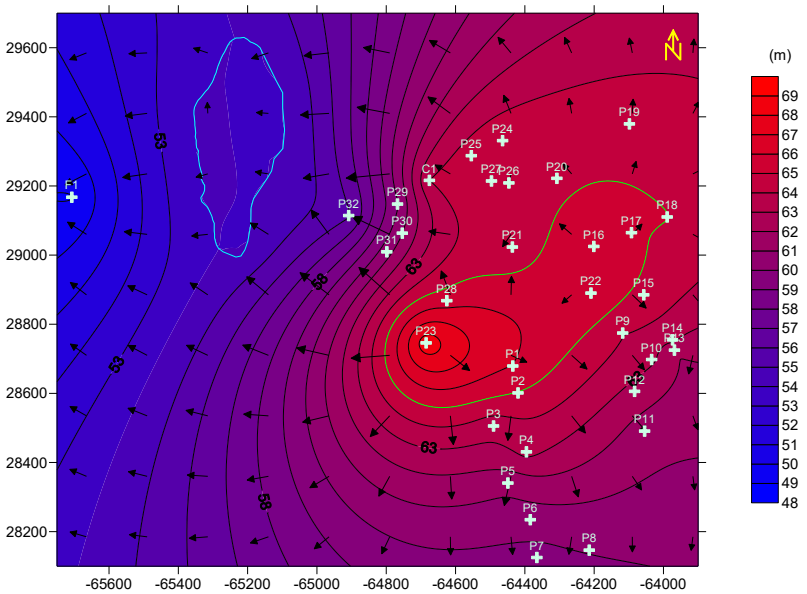


Figura 1 – Carta piezométrica e de fluxo (Julho de 2008) do Aquífero freático nas envolventes da Lagoa da Ervedeira.

Todas as cartas piezométricas efectuadas durante o presente estudo expressam:

- A ocorrência de um domínio com cotas piezométricas mais elevadas, orientado segundo SW-NE e situado a SE da Lagoa;

- O desenvolvimento da circulação intra-aquífera de E para W, havendo uma continuidade espacial para domínios situados a W da Lagoa;

- Uma evolução (subidas e rebaixamentos) homogénea da superfície freática em toda a área estudada; esta evolução é acompanhada pelas oscilações do nível da água na LE, apesar da ocorrência de reduzidos desfasamentos temporais (dias);

Os enquadramentos topográfico e geológico-estrutural locais, a morfologia da Lagoa, a evolução hidrodinâmica, quer da massa de água superficial, quer do Aq_{sup}, bem como os valores obtidos para os parâmetros fisico-químicos da água superficial e subterrânea, apontam para:

- A ocorrência de uma relação hidrodinâmica directa entre o Aq_{sup} e a Lagoa;

- A recarga da LE a partir do Aq_{sup}, nomeadamente pela margem e fundo do deu sector E; os valores anómalos dos parâmetros físico-químicos quantificados *in situ*, nomeadamente nos sectores marginais SE e NE, deverão corresponder a pontos de entrada preferencial de água subterrânea na Lagoa; em oposição, admite-se que ocorra descarga hídrica da Lagoa pelo fundo e pela margem W

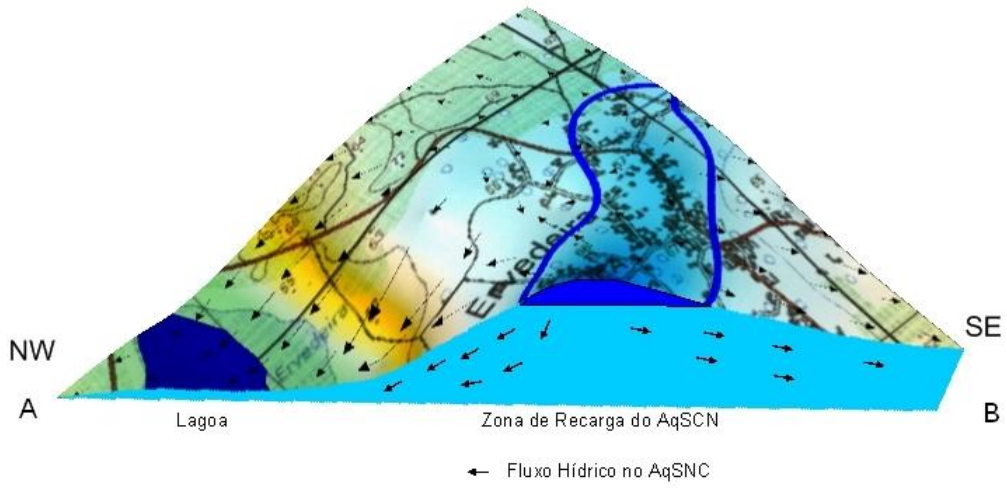


Figura 2 – Modelo conceptual de circulação hídrica no Aqsup e da relação hidrodinâmica Lagoa-Aquífero.

Palavras-chave: Água; lagoa; aquífero freático; piezometria; hidrodinâmica.

MODELAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO CONCELHO DO SEIXAL

Nuno BARREIRAS

Mestre em Engenharia Geológica. Bolseiro FCT-MCTES. CICEGe, DCT, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, 2829-516 Caparica, Portugal. +351 212 948 573; nbarreiras@fct.unl.pt

Albino MEDEIROS

Mestre em Geologia de Engenharia. Professor Auxiliar Convidado, DCT, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, 2829-516 Caparica, Portugal. +351 212 948 573; alcm@fct.unl.pt

José António de ALMEIDA

Doutor em Engenharia de Minas. Professor Auxiliar, CICEGe, DCT, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, 2829-516 Caparica, Portugal. +351 212 948 573; ja@fct.unl.pt

RESUMO:

O concelho do Seixal tem vindo a apresentar um crescimento demográfico, ao longo das últimas décadas, o qual exige uma resposta imediata do ponto de vista do planeamento urbano, em que o abastecimento de água é um dos pontos a não esquecer. Este trabalho teve como principal objectivo, o desenvolvimento de um modelo de fluxo das águas subterrâneas e de cenários de exploração, para o sistema de aquíferos do Seixal, de modo a construir uma ferramenta de apoio à decisão através das previsões do modelo. Para a modelação hidrogeológica, utilizou-se o programa informático *Processing Modflow for Windows version 5.3*, que soluciona as equações fundamentais do escoamento pelo método numérico das Diferenças Finitas. Os cenários de exploração de água subterrânea criados para o trabalho foram os seguintes:

- Estado actual de exploração (com e sem recarga superficial)
- Aumento da exploração em 30% (com e sem recarga superficial)

Deste modo, foi possível caracterizar e mapear a variação espacial da toalha de água, através de mapas de alturas piezométricas e de mapas de rebaixamento, podendo-se observar a sensibilidade do sistema natural a poços de bombeamento e correspondentes cones de rebaixamento. Foi feita também uma simulação de rastreamento de partículas ao longo do concelho, com fontes de contaminação empíricas, de modo a conhecer os locais mais afectados pelas acções antropogénicas. Assim, pôde-se medir tempos e direcções do percurso da água em zonas particulares da área, importante para a caracterização hidrogeológica da região em situações actuais e futuras (modelos de previsão). A localização de novas captações de abastecimento público e privada deverá ter em linha de conta as particularidades do modelo conceptual da região.

Palavras-chave: Concelho do Seixal, modelo hidroestratigráfico 3D, estrutura hidrogeológica, sistema aquífero, *Visual Modflow*.

SUBSIDÊNCIA DE TERRENOS POR EXTRACÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA:

Aplicação ao caso de estudo da zona industrial de Vialonga

Luís G. S. OLIVEIRA

Mestre e Engenheiro do Ambiente, Bolseiro do projecto SUBSIn, Instituto Superior Tecnico, ICIST, Av. Rovisco Pais, 1, 1049-001, Nucleo de Aguas Subterraneas, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, loliveira@lnec.pt

João Paulo LOBO FERREIRA

Doutor em Engenharia Civil, Nucleo de Aguas Subterraneas, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, lferreira@lnec.pt

Jaime CABRAL

Doutorado em Metodos Computacionais Aplicados a Engenharia, Professor Associado, Universidade Federal do Pernambuco, Av. Prof. Moraes Rego, 1235 - Cidade Universitaria, Recife (Brasil), jcabral@ufpe.br

Albino MEDEIROS

Mestre em Geologia, Universidade Nova de Lisboa, Quinta da Torre, 2829-516 Caparica, alcm@fct.unl.pt

Sandra HELENO

Doutora em Engenharia Fisica Tecnologica, Investigadora – Coordenadora do projecto SUBSIn, Instituto Superior Tecnico, ICIST, Av. Rovisco Pais, 1, 1049-001, Lisboa, sandra.heleno@ist.utl.pt

RESUMO

A subsidência de terrenos é um problema com dimensão mundial (e.g. em certas áreas da cidade do México a velocidade de subsidência é de 30 cm/ano), sendo uma das suas principais causas a exploração não sustentável de água dos sistemas aquíferos.

O presente artigo relata os trabalhos realizados para a componente de águas subterrâneas do projecto "SUBSIn - Utilização do InSAR na detecção e caracterização de subsidência e deslizamentos do solo na região de Lisboa", financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia e desenvolvido no Núcleo de Águas Subterrâneas do Laboratório Nacional de Engenharia Civil e no Instituto de Engenharia de Estruturas Território e Construção do Instituto Superior Técnico. Os trabalhos realizados permitiram a aplicação de uma metodologia para a análise e resolução do problema de subsidência devido à extracção de água subterrânea.

O caso de estudo da zona industrial de Vialonga apresenta velocidades máximas de subsidência de 13 mm/ano (de 1992 a 2006, valores obtidos em PSInSAR no âmbito do serviço pan-europeu GMESTerrafirma) como resultado da exploração de água subterrânea e das características geológicas locais.

O modelo conceptual aplicado à região permitiu o desenvolvimento da modelação matemática (programa MODFLOW) para três períodos: a) antes dos dados PSInSAR; b) durante a obtenção dos dados; c) no futuro. Considerou-se a possibilidade de três cenários futuros: i) continuação da extracção actual de água; ii) paragem (ou diminuição elevada) da extracção actual; iii) o mesmo que o anterior mas com a aplicação de recarga artificial. Os dois pontos anteriores verificaram-se ser medidas de mitigação para o problema na região.

A metodologia aplicada permitiu uma boa análise do problema da subsidência de terrenos e das medidas de mitigação (resposta) em Vialonga.

Palavras-chave: Subsidência de terrenos; Água Subterrânea; PSInSAR; Modelação matemática; Grande Lisboa.

CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA DO FLANCO ORIENTAL DO SINCLINAL DO BUÇACO NA REGIÃO DE MIDÕES, PENACOVA

José M.M. AZEVEDO

Centro de Geofísica e Dep^to de Ciências da Terra, FCTUC da Universidade de Coimbra – jazevedo@dct.uc.pt

Filipe FÉLIX

Dep^to de Ciências da Terra, FCTUC, Universidade de Coimbra – filipefelix@sapo.pt

Fernando P.O. FIGUEIREDO

Centro de Geociências e Dep^to de Ciências da Terra, FCTUC, Universidade de Coimbra – fpedro@dct.uc.pt

RESUMO

O Sinclinal paleozóico do Buçaco, e, em particular, o sector envolvente da povoação de Midões (flanco E) expressam grande diversidade litológica e simultaneamente uma considerável complexidade estrutural. A litostigrafia local inclui maioritariamente uma sucessão ordovícico-silúrica com alternância de bancadas xistentas com níveis grauvacóides e quatzíticos. Estas características implicam a ocorrência de uma hidrogeologia complexa, típica de meios cristalinos fracturados e inclui diversas unidades aquíferas com processos hidrodinâmicos diferenciados.

No sector estudado ocorrem as seguintes unidades aquíferas (Figura):

- Aquífero aluvionar não-confinado associado à Ribeira de Sazes do Lorvão; o muro é constituído por xistos impermeáveis do Silúrico.

- Aquífero confinado, estratiforme sub-vertical, implantado na Formação dos Grés do Loredo (Ordovícico superior); esta Formação é constituída por meta-arenitos quartzosos com cimento silicioso; é delimitada inferiormente (muro) pelos xistos impermeáveis do Ordovícico médio, e superiormente pelas formações xistentas, igualmente pró-impermeáveis do Ordovícico superior; possui uma porosidade secundária considerável e a circulação da água processa-se preferencialmente pela fracturação que intersecta todo o Sinclinal.

- Aquífero confinado, estratiforme sub-vertical, associado à Formação dos Quartzitos Armoricanos (Ordovícico inferior); litologicamente é constituída por quartzitos muito diaclasados com intercalações pelíticas; é delimitada inferiormente por xistos impermeáveis da base do Ordovícico inferior e superiormente por formações xistosas igualmente impermeáveis do Ordovícico médio. Constitui a principal unidade aquífera do Sinclinal do Buçaco.

Considerando a topografia regional, as características morfo-geométricas, litológico-estruturais e hidráulicas das diversas unidades hidrogeológicas locais (aquíferas e não-aquíferas), a relação espacial entre elas e a distribuição espacial de pontos de descarga hídrica natural, nomeadamente as exsurgências, estabeleceu-se um modelo conceptual da hidrodinâmica na área estudada (Figura), cujas características gerais são:

- O armazenamento e a circulação aquíferos são claramente condicionados pela estratificação (S_0) que pende para o eixo do sinclinal e pelas diversas famílias de fracturação, regionais e locais, nomeadamente as N-S, NW-SE a NNW-SSE e NNE-SSW a ENE-WSW.

- A circulação intra-aquífera em ambas as unidades paleozóicas é bidireccionada: efectua-se no sentido vertical para o interior do Sinclinal e sub-horizontalmente para NW, i.e., paralelamente ao eixo do Sinclinal.

- A recarga das unidades aquíferas implantadas nas Formações paleozóicas é dominada pela infiltração nos afloramentos das próprias Formações; a principal zona de recarga situa-se nos locais de maior cota, onde as formações aquíferas afloram.

- A descarga natural das diversas unidades decorre por exsurgências, sazonais e perenes;

- Os parâmetros físico-químicos da água, quantificados *in situ* (temperatura, condutividade eléctrica e pH), apontam para a ocorrência de águas no geral pouco mineralizadas e características da circulação e armazenamento em meta-sedimentos quartzíticos; contudo, permitem a distinção em águas de circulação e tempo de residência mais elevados (águas descarregadas em exsurgências perenes e furos) de águas com circulação rápida e sub-superficial.

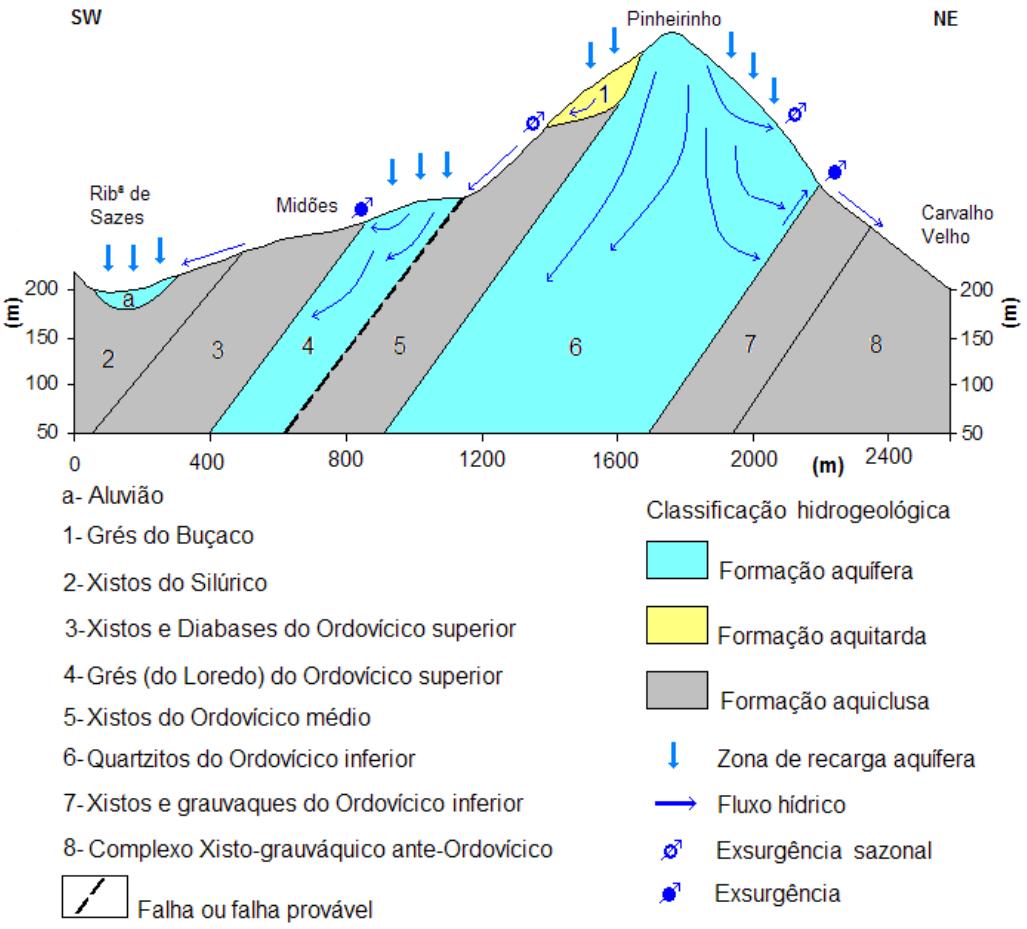


Figura - Perfil hidrogeológico conceptualizante da hidrodinâmica subterrânea na área estudada (Flanco E do Sinclinal do Buçaco).

Palavras-chave: Sinclinal do Buçaco, Aquífero, Hidrodinâmica, Recarga e Descarga aquíferas.

ESTUDO ISOTÓPICO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DA REGIÃO DE BEJA

Eduardo A. PARALTA

Geólogo, Doutor em Ciências de Engenharia. Unidade de Águas Subterrâneas. Laboratório Nacional de Energia e Geologia I.P. (LNEG), Estrada da Portela, Ap. 7586, 2720-866 Alfragide, tel. 351.21 4705400. Email: eduardo.paralta@ineti.pt

Luís T. RIBEIRO

Professor Associado. Instituto Superior Técnico (IST), CVRM-Centro de Geo-sistemas,

Av. Rovisco Pais, 1096 Lisboa, Tel. 351.21.8417247. Email: nlrib@alfa.ist.utl.pt

RESUMO

Realizaram-se estudos isotópicos em dezenas de origens de água subterrânea na região rural envolvente de Beja entre 2004 e 2006, com os objectivos de: i) Melhorar o conhecimento sobre o ciclo hidrológico e ii) Identificar a origem e percurso no aquífero de contaminantes azotados (nitratos).

Foram analisados isótopos ambientais estáveis de Oxigénio-18 ($\delta^{18}O$), Deutério ($\delta^{2}H$) e Trítio (^{3}H) na água subterrânea e na água da chuva. De forma inédita em Portugal, realizou-se o estudo do teor em Azoto-15 ($\delta^{15}N$) e $\delta^{18}O$ das moléculas de nitrato (NO_3) da água subterrânea no sentido de compreender a contribuição relativa das diversas origens de Azoto para a contaminação difusa (antrópica e natural).

Relativamente à água da chuva (1988-1991), os valores medidos situam-se entre $-48‰ < \delta^{2}H < -1,3‰$, com os valores mais frequentes em redor de $-30‰$. O isótopo de oxigénio $\delta^{18}O$, situa-se entre $-10‰$ e $0,5‰$, com os valores mais frequentes em redor de $-5‰$. Relativamente ao ^{3}H situa-se entre 1,7 e 16,6 UT, com os valores mais frequentes (mediana) no intervalo de 4,1 a 5,7 UT.

Em média, a água da chuva é isotopicamente mais leve no Inverno que no Verão, muito provavelmente devido à ocorrência de fraccionamento isotópico e fenómenos de quantidade de precipitação.

Na água subterrânea, os isótopos de $\delta^{18}O$ situam-se entre $-3,9‰$ a $+0,9‰$. Os valores mais frequentes situam-se em redor de $-3,0‰$. Relativamente ao $\delta^{2}H$, os valores medidos situam-se entre $36‰$ e $-2,6‰$, com os valores mais frequentes em redor de $-23‰$. O ^{3}H situa-se entre $2,7 \pm 0,6$ UT e $6,4 \pm 0,7$ UT, com valores mais frequentes em redor de $4 \pm 0,7$ UT.

Em circunstâncias ideais, os isótopos estáveis de azoto constituem bons indicadores da origem ou fonte da poluição, porque as duas mais importantes origens do nitrato em zonas rurais, os fertilizantes e a pecuária, têm assinaturas isotópicas em $\delta^{15}N$ distintas.

Os isótopos de azoto $\delta^{15}N(NO_3)$ para as águas subterrâneas situam-se entre $+3‰$ e $+26‰$. Relativamente aos isótopos de $\delta^{18}O(NO_3)$ variam entre $-8,2‰$ a $+10‰$.

A análise conjunta de $\delta^{15}N$ e $\delta^{18}O$ com origem no NO_3 da água subterrânea evidencia que a maior parte das amostras analisadas se enquadram na zona de sobreposição/mistura entre o azoto natural do solo e o azoto de origem amoniacal (fertilizantes) e da pecuária.

Palavras-chave: aquífero, isótopos, azoto, deutério, trítio, oxigénio.

ESTIMATIVA DA RECARGA UTILIZANDO UM BALANÇO HÍDRICO SEQUENCIAL MENSAL

Manuel Mendes OLIVEIRA

Geólogo, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, Portugal, (+351) 21 844 3436, Email: moliveira@lnec.pt

RESUMO

De acordo com a Portaria n.º 1115/2009 de 29 de Setembro, o estado quantitativo das massas de água subterrânea deve ser avaliado considerando a recarga anual média a longo prazo e as extracções de massas de águas subterrâneas; o valor da recarga média anual pode ser determinado através do método do balanço hídrico sequencial mensal (BHSM), apoiado em séries hidrometeorológicas com um mínimo de 30 anos e, sempre que possível, em validações baseadas na análise piezométrica.

À partida, afigura-se difícil fazer a avaliação da recarga de águas subterrâneas através de um modelo de BHSM. Para determinar a aplicabilidade do método de BHSM fez-se um estudo da relação entre os resultados obtidos por BHSM com os resultados obtidos por um balanço hídrico sequencial diário (BHSD), utilizando-se dados de postos udométricos situados na área de ocorrência da massa de água subterrânea Caldas da Rainha-Nazaré. Verifica-se que o excedente hídrico mensal, calculado pelo BHSM, subestima os valores obtidos por BHSD, o que se justifica por não se considerar a distribuição da precipitação.

Desenvolve-se uma metodologia de cálculo da recarga mensal de água subterrânea a partir do modelo de BHSM, através da definição de funções de transferência calculadas a partir do excedente hídrico mensal e a precipitação mensal determinados num posto udométrico. Esta função de transferência é aplicada a sete postos udométricos vizinhos e os valores de recarga mensal assim calculados são comparados com os do modelo de BHSD. As diferenças registadas entre os dois modelos permitem concluir acerca da adequabilidade da metodologia proposta para o cálculo da recarga.

Palavras-chave: recarga, águas subterrâneas, balanço hídrico sequencial, Caldas da Rainha-Nazaré.

METODOLOGIAS DE MITIGAÇÃO DOS IMPACTOS DOS FOGOS – ENQUADRAMENTO E AVALIAÇÃO DE ESTRATÉGIAS DE ACÇÃO

Maria Emília NOVO

Geóloga, Dr. Engenharia do Ambiente, Investigadora no LNEC, Av. Do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, Portugal, tel: 21 844 3623, email: enovo@lnec.pt

RESUMO:

Este artigo resulta do estudo do Impacto dos Fogos sobre a quantidade e qualidade das águas superficiais e **subterrâneas** (Projecto POCI/AGR/59180/2004). Algumas das alterações mais comuns induzidas pelo fogo sobre o ciclo hidrológico, decorrem da menor capacidade de intercepção e evapotranspiração. Tal resulta da destruição do coberto vegetal e da alteração da capacidade de infiltração, devido à alteração das propriedades do solo e por vezes da formação de camadas hidrofóbicas. Estas modificações traduzem-se normalmente no incremento do escoamento superficial e aumento da magnitude do caudal de ponta, com uma consequente redução potencial da água disponível para a recarga. Em termos da qualidade das águas, a queima do coberto vegetal produz um conjunto de produtos poluentes que ficam disponíveis para entrarem no meio hídrico superficial e subterrâneo. Ao mesmo tempo a qualidade das águas superficiais é afectada pela erosão dos solos. A erosão dos solos afecta também as águas subterrâneas pois a redução da sua espessura tenderá a reduzir o seu efeito de barreira à propagação da poluição para as águas subterrâneas.

Os fogos impactam assim o ciclo hidrológico de forma directa na qualidade e quantidade, e de forma indirecta através dos factores associados aos solos (aumento de erosão, redução da capacidade de depuração, incremento potencial da sua hidrofobia). Deste modo, as estratégias de mitigação devem dirigir-se sempre para dois alvos: (1) solos; (2) águas. Para minorar os impactos do fogo sobre o meio hídrico são necessárias acções de mitigação que, para serem eficientes na protecção destes recursos, têm de ser delineadas em função duma avaliação do potencial para o desastre após o fogo. Assim deve analisar-se antes da execução da acção de mitigação: (1) a intensidade e severidade do fogo, (2) a topografia onde ocorreu o fogo, (3) o tipo de floresta atingida, (4) o risco de erosão dos solos atingidos, (5) a rede hidrográfica afectada, (6) os aquíferos – especialmente zonas de recarga – afectados, (7) os sistemas de abastecimento de água que podem ser afectados (ETAs, condutas, pontos de captação, etc.).

Neste artigo são analisadas várias técnicas de mitigação, em especial as direccionadas para a mitigação dos impactos dos fogos sobre os recursos hídricos subterrâneos, e de uma forma sumária indicados os seus potenciais e fragilidades. Apresentam-se também as condições (ex.: declive do terreno, condições climáticas, etc.) para as quais se admite que possam apresentar os melhores resultados. A análise desta eficácia deve ser encarada e usada apenas como linha-guia, dado que o sucesso destas técnicas está fortemente dependente das condições locais. De facto cada área ardida é um caso específico, a exigir uma abordagem individual e integrada dos diversos processos que podem originar o sucesso (ou a falha) das metodologias de mitigação.

Palavras-chave: fogos, águas superficiais, águas subterrâneas, erosão hídrica, mitigação, monitorização

SESSÃO 8

3.ª Feira, dia 23 de Março

09:00 – 11:00

SALA CABO VERDE

HIDRODINÂMICA

NOVOS CONHECIMENTOS E INOVAÇÃO NO SECTOR DA ÁGUA

TENSÃO TANGENCIAL E DISSIPAÇÃO DE ENERGIA EM REGIME TRANSITÓRIO (MODELOS 1-D E 2-D)

José M. ABREU

Engº Civil, Prof. Auxiliar, Dep. Engª Civil - Pólo II da Universidade de Coimbra, 3030-788, jabreu@dec.uc.pt

A. Betâmio de ALMEIDA

Engº Civil, Prof. Catedrático, Dep. Engª Civil e Arquitectura – IST, Av. Rovisco Pais 1049-001, Lisboa, aba@civil.ist.utl.pt

RESUMO

A consideração dos efeitos da dissipação de energia ou das perdas de carga hidráulica na simulação dos escoamentos transitórios em pressão tem constituído, desde há algumas décadas, um importante tema de investigação. Os modelos 1D têm o inconveniente de não considerarem a estrutura transversal do escoamento, nomeadamente a lei de distribuição de velocidades, pelo que todo o efeito desta fica embebido na expressão da tensão parietal τ_w.. Nesta conformidade, a resolução do problema exige o conhecimento de uma relação adicional que relacione τ_w com outros parâmetros característicos do escoamento médio. Apresenta-se neste artigo uma formulação que faz depender τ_w não só da dissipação de energia como também de efeitos inerciais.

Em termos de aplicações práticas de engenharia os modelos 2D, acoplados a modelos de turbulência, não podem ainda competir com a versatilidade e tempo de cálculo dos modelos 1D, à excepção de um número limitado de situações em que a simplicidade do sistema hidráulico a analisar ou o rigor dos resultados pretendidos o justifique. Contudo, podem constituir um instrumento valioso ao permitir a realização de ensaios sistemáticos com o objectivo de melhorar a compreensão do processo físico no seu detalhe. Em particular, sobressai, de imediato, a necessidade de caracterizar e parametrizar a tensão tangencial na parede da conduta em função das características do escoamento médio, e integrar estas formulações em modelos 1D, de forma a viabilizar a resolução prática dos problemas de engenharia.

Palavras-chave: Escoamento transitório, Dissipação de energia, Tensão parietal.

CAPACIDADE DE VAZÃO DE DESCARREGADORES COM SOLEIRA EM LABIRINTO EM CONDIÇÕES DE AFOGAMENTO

Ruth LOPES

Estudante de doutoramento em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico
Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, +351.21.8418341, ruthnlopes@gmail.com

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

O renovado interesse que se assiste actualmente na aplicação de descarregadores em labirinto resulta, em grande medida, da necessidade de reabilitação de barragens, para as quais se verifica ser necessário aumentar a capacidade de vazão do descarregador de cheias. Com efeito, devido à sua forma poligonal, a capacidade de vazão de descarregadores com soleira em labirinto poderá ser substancialmente maior do que a de descarregadores com soleira rectilínea, em particular para pequenos valores da carga hidráulica sobre a crista.

Nesta comunicação é analisada da influência do grau de afogamento na carga hidráulica sobre a crista de soleiras descarregadoras em labirinto. Apresenta-se uma comparação entre os resultados obtidos no presente estudo e a fórmula proposta por outros autores, desenvolvida para soleiras descarregadoras em labirinto trapezoidais com perfil em meia-lua e diferentes valores do ângulo formado entre o troço oblíquo ao eixo do canal e o eixo do canal. Verifica-se que as diferenças relativas entre os resultados obtidos na presente investigação e a fórmula proposta por aqueles autores são inferiores a 6%. Os resultados indicam que a geometria da soleira descarregadora em labirinto não exerce uma influência significativa na carga hidráulica adimensionalizada em condições de afogamento, na gama de valores considerados.

Palavras-chave: descarregadores com soleira em labirinto, capacidade de vazão, carga hidráulica, carga hidráulica em condições de afogamento.

ANÁLISE DE EFEITOS DINÂMICOS EM APROVEITAMENTOS HIDROELÉCTRICOS

Pedro A. MORGADO

Bolseiro do CEHIDRO, DECivil, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001,Lisboa, e–mail: plmorgado@gmail.com

Helena M. RAMOS

Professora do DECivil – Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001, Lisboa, e–mail: helena.ramos@civil.ist.utl.pt

INTRODUÇÃO

Na exploração de aproveitamentos hidroeléctricos é inevitável a ocorrência de variações no caudal turbinado, quer seja em manobras de rotina de operação, quer seja em situações extraordinárias e imprevisíveis. Esta transição entre dois regimes permanentes introduz no sistema uma perturbação sob a forma de ondas de pressão que se propagam ao longo da conduta forçada. É importante que o processo de dimensionamento tenha em conta este factor de risco e estime adequadamente as sobrepressões envolvidas, de modo a garantir a eficiência e a segurança em todas as condições de funcionamento.

Este estudo baseia-se numa caracterização paramétrica dos diferentes componentes de um aproveitamento hidroeléctrico. Com base nisto, propõe os fundamentos de uma análise de sensibilidade que pernita explorar a complexa interacção entre os diversos parâmetros e as sobrepressões resultantes.

ANÁLISE PARAMÉTRICA

O comportamento do grupo turbogerador pode ser caracterizado por uma válvula com características muito especiais associadas a manobras específicas. Embora esta metodologia se adeqúe ao estudo da maior parte dos sistemas e situações, não considera as características específicas do equipamento nem os efeitos dinâmicos associados à sobrevelocidade do grupo turbina e gerador e a sua complexa interacção com o sistema adutor. Neste contexto Ramos (1995), Ramos e Almeida (2001) propuseram uma formulação inovadora que consiste em modelar o comportamento dinâmico de um grupo turbogerador, permitindo obter a sobrepressão máxima induzida e sua propagação ao longo do circuito hidráulico mediante a consideração de um conjunto de parâmetros característicos do equipamento hidromecânico que traduza o comportamento de um grupo turbogerador. Esta metodologia assenta na formulação adimensionalizada da hidráulica baseada no conceito de um orifício dinâmico não convencional dotado de coeficientes de vazão específicos de cada efeito dinâmico:

ANÁLISE DE RESULTADOS

A modelação paramétrica apresentada, quando sistematizada sob a forma de modelação computacional da dinâmica dos fluidos (CFD) permite efectuar análises de sensibilidade aos diversos parâmetros característicos do sistema sob diversas condições de funcionamento. Neste contexto, e utlizando a metodologia anteriormente descrita, desenvolveu-se um conjunto de simulações que proporcionem uma melhor compreensão dos fenómenos dinâmicos envolvidos. Para a situação de

fecho do distribuidor com total rejeição de carga efectuou-se uma análise das sobrepressões desenvolvidas em função de diferentes valores característicos do sistema.

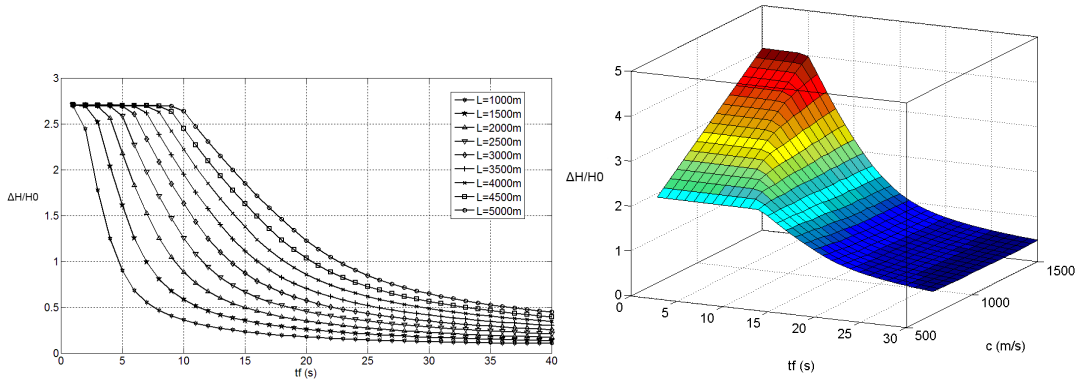


Figura 4 - máxima atingida em função do tempo de fecho e da celeridade.

Analisou-se também em detalhe a situação de embalamento sem interferência do fecho do distribuidor ou accionamento de qualquer dispositivo de obturação como a válvula de protecção do grupo. Deste modo pretende-se isolar e compreender melhor o fenómeno em causa. Nestas condições, procederam a várias simulações para um conjunto alargado de pares de valores de I e n_S.

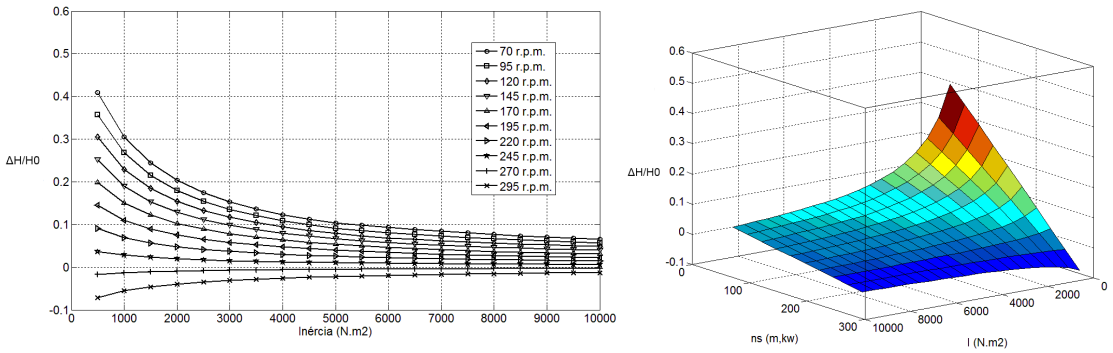


Figura 5 - Sobrepressão máxima atingida em função da Inércia e da velocidade específica da turbina.

RECOMENDAÇÕES FINAIS

Mais do que uma preocupação acerca da eficiência das turbomáquinas e funcionalidade do sistema hidráulico, a análise dos regimes transitórios devem ser efectuada para diferentes cenários de operação permitindo conhecer a resposta dinâmica e as limitações dos sistemas associadas à segurança e durabilidade das instalações, por forma a definirem-se as regras de operação e o equipamento adequado a adoptar. Os critérios de avaliação apresentados são apenas um ponto de partida para o correcto dimensionamento e definição de regras operacionais adequadas e seguras.

BIBLIOGRAFIA

RAMOS, H. - Simulação e Controlo de Transitórios Hidráulicos em Pequenos Aproveitamentos Hidroeléctricos. Modelação e Análise dos Efeitos Induzidos pela Sobrevelocidade de Turbogeradores. Doutoramento em Engenharia Civil pelo Instituto Superior Técnico, 1995.

RAMOS, H; Almeida, A. B. - Dynamic orifice model on waterhammer analysis of high and medium heads of small hydropower schemes. Journal of Hydraulic Research, IAHR, Vol. 39 (4), pp. 429-436, ISSN-0022-1686, 2001.

CARACTERIZAÇÃO HIDRODINÂMICA EM SINGULARIDADES DE CIRCUITOS HIDRÁULICOS

Ana L. PEREIRA

Bolseira do CEHIDRO, Instituto Superior Técnico (IST) – DECivil, Av. Rovisco Pais, 1049-001, LISBOA, Portugal, cardper@gmail.com

Helena M. RAMOS

Professora, Instituto Superior Técnico (IST) – DECivil – CEHIDRO, Av. Rovisco Pais, 1049-001, LISBOA, Portugal, helena.ramos@civil.ist.utl.pt

INTRODUÇÃO

Nas condutas adutoras em pressão o escoamento faz-se pela acção da gravidade, em instalações adutoras gravíticas, ou por bombagem, em instalações adutoras elevatórias. Em ambos os casos melhorar a sua eficiência energética por alteração da geometria das singularidades, permite o aumento da capacidade de vazão. Nas instalações de adução por gravidade em que se pretenda aproveitar a energia em excesso através de uma turbina, a minimização das perdas de carga conduz ao aumento da queda útil e assim da potência da turbina permitindo maior produção de energia. No caso das instalações elevatórias a minimização das perdas de carga permite reduzir a altura total de elevação exigida às bombas, ou seja, a quantidade de energia requerida para o transporte da água, tornando o dimensionamento destas instalações mais económico. Mesmo durante o período de operação destas instalações há vantagens em reduzir as perdas de carga, uma vez que para as bombas torna-se possível aumentar o caudal transportado. Em suma o objectivo consiste na optimização da energia do sistema hidráulico garantindo condições de operação adequadas.

MODELAÇÃO MATEMÁTICA

O modelo CFD recorre às equações diferenciais de Navier-Stokes que permitem a modelação matemática das leis de conservação da massa, quantidade de movimento e energia para escoamentos de fluidos. Neste modelo estas equações são complementadas por equações de estado dos fluidos, que definem a natureza de cada fluido, e por relações empíricas da densidade, viscosidade e condutividade térmica do fluido com a temperatura (MENTOR GRAPHICS, 2008).

Um líquido sujeito a baixas pressões, pode atingir a tensão de vaporização à temperatura local dando origem à formação de bolsas de vapor. Mais especificamente o líquido sofre uma mudança de fase e formam-se cavidades preenchidas com vapor de líquido e outros gases dissolvidos existentes no meio. Na análise de zonas sujeitas a condições de escoamento que conduzam à ocorrência de cavitação, o modelo CFD utiliza um modelo de equilíbrio homogéneo de cavitação em água. A principal vantagem deste modelo homogéneo é a sua simplicidade computacional. A abordagem estacionária e homogénea do escoamento constitui uma técnica simples para analisar escoamentos bifásicos.

ANÁLISE DE RESULTADOS

Desenvolveram-se várias singularidades típicas de sistemas hidráulicos em pressão, de diferentes geometrias para simulação da hidrodinâmica 3D e respectivos efeitos dissipativos associados.

Por observação das Figuras 1(a) e 1(c) conclui-se que na secção transversal destes acessórios a pressão aumenta no sentido do intradorso para o extradorso, enquanto a velocidade varia de forma inversa. Este gradiente de pressão está na origem do duplo vórtice que ocorre na secção transversal destas singularidades e que é visível por meio da representação do campo vectorial de velocidades na Figura 1(c).

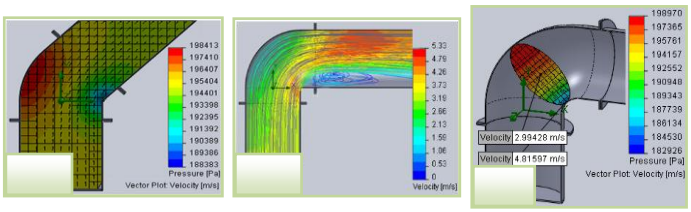


Figura 6: Distribuição vectorial de velocidades e distribuição de pressões numa secção longitudinal ao cotovelo a 45º (a) e numa secção transversal à curva a 90º (c). Andamento das linhas de corrente com distribuição de velocidades no cotovelo a 90º (b).

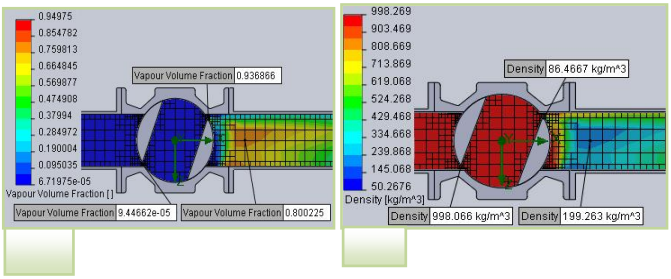


Figura 2: Distribuição da fracção em volume de vapor de água e da densidade, relativa à cavitação resultante de uma abertura de 20º do obturador da válvula esférica.

Analisou-se entre outras, a configuração geométrica 3D de uma válvula esférica. Nas Figuras 2(a) e 2(b) está evidenciada a ocorrência de cavitação para pequenas aberturas do obturador. A jusante do obturador verificam-se valores elevados da fracção de volume de vapor e da densidade da mistura vapor de água/fluido água, que se vão dissipando para jusante com o aumento da pressão. Tanto a densidade do vapor de água como a densidade de outros gases dissolvidos é inferior à densidade da água, pelo que quando estes gases se encontram dissolvidos na massa de água, tem-se uma mistura gás-água. Assim, valores elevados da fracção em volume de vapor e reduzidos da densidade evidenciam a presença de bolsas de vapor na massa líquida devido à ocorrência de cavitação.

CONCLUSÕES

O escoamento de um líquido real em torno de uma fronteira sólida implica o desenvolvimento de tensões tangenciais, de que resulta perda de energia. O aparecimento destas tensões deve-se ao elevado gradiente de velocidades junto da parede com velocidade nula na fronteira sólida fixa. Nesta zona, junto à parede, onde é notório o gradiente de velocidades desenvolve-se a camada limite. Quando sob determinadas condições, o escoamento dá origem a um crescimento rápido da espessura da camada limite, pode ocorrer a separação da mesma, ou seja, a separação do escoamento que se verifica neste estudo e que tem como maior desvantagem as perdas de energia associadas ao transporte de líquidos. Conhecendo as desvantagens da separação e da rotacionalidade do escoamento nos sistemas hidráulicos de adução, nomeadamente perdas de energia e vibrações, deve-se optar por singularidades com forma geométrica hidrodinâmica.

BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, A.B.; Martins, S. – "Caracterização do Comportamento Hidráulico de Válvulas", in Controlo Hidráulico – Operacional de Sistemas Adutores, editado por EPAL (Empresa Portuguesa das àguas Livres, S.A.), Lisboa (PORTUGAL), 1999, pp. 7-80.

RAMOS, H.**–"**Efeitos Dinâmicos não Convencionais em Sistemas Hidráulicos em Pressão*".* Folhas deapoio às disciplinas de Escoamentos Variáveis e de Sistemas elevatórios e hidroeléctricos do Mestrado em Hidráulica e Recursos Hídricos. IST, DECivil, 2004.

MODELAÇÃO HIDRÁULICA EM REGIME VARIÁVEL DE ESCOAMENTOS SOB PRESSÃO

Análise do comportamento de válvulas redutoras de pressão

Rui Daniel PINA

Eng.º Civil, AC, Águas de Coimbra, E.E.M., Gabinete Técnico e de Inovação, Rua da Alegria nº 111, 3000 – 018 Coimbra, rui.pina@aguasdecoimbra.pt

Alfeu SÁ MARQUES

Professor Auxiliar, Universidade de Coimbra, Departamento de Engenharia Civil, Pólo II – Pinhal de Marrocos, 3030 – 290 Coimbra, jasm@dec.uc.pt

Nuno Eduardo SIMÕES

Assistente, Universidade de Coimbra, Departamento de Engenharia Civil, Pólo II – Pinhal de Marrocos, 3030 – 290 Coimbra, nunocs@dec.uc.pt

RESUMO

Os transitórios hidráulicos assumem especial importância quando as variações das condições de escoamento ocorrem rapidamente, sendo correntemente designados por choque hidráulico ou golpe de aríete. O choque hidráulico pode ser provocado, entre outras causas, pelo rápido fechamento de válvulas de seccionamento, operação de válvulas redutoras de pressão, pela paragem ou arranque de uma bomba, ou por uma rápida solicitação de consumos.

As válvulas redutoras de pressão são elementos acessórios de um sistema de abastecimento de água cujo funcionamento complexo implica uma análise detalhada quando os transitórios hidráulicos assumem um efeito significativo.

Com base no método das características, foi implementada uma aplicação computacional com interface gráfica de fácil utilização, denominada ShockPina, que permite modelar diversos acessórios, entre os quais as válvulas redutoras de pressão. O modelo desenvolvido foi testado e validado com exemplos bibliográficos. Revelou uma boa concordância e fiabilidade de resultados, tal como se apresenta na presente comunicação.

Palavras-Chave: Transitórios hidráulicos, choque hidráulico, válvulas redutoras de pressão, método das características, modelação computacional.

HIDRODINÂMICA DO ESCOAMENTO 3D EM MICRO TURBINAS

M. SIMÃO

Mestre em Engenharia Civil- bolseira do CEHIDRO-DECivil – Instituto Superior Técnico – Av. Rovisco Pais, 1049-001, LISBOA, 85simz@gmail.com

H. M. RAMOS

Professora do DECivil – Instituto Superior Técnico – Av. Rovisco Pais, 1049-001, LISBOA, hr@civil.ist.utl.pt *ou* hramos.ist@gmail.com

INTRODUÇÃO

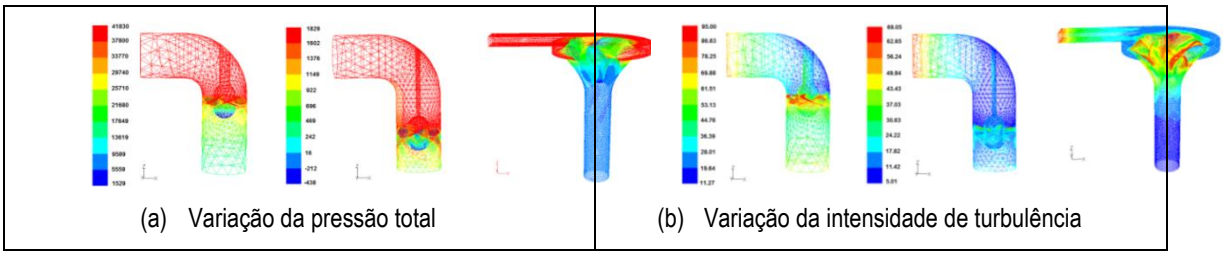
Este trabalho tem como finalidade a procura de soluções inovadoras a aplicar em sistemas de abastecimento com pequena queda disponível mas com um caudal garantido, dando lugar a conversores de energia com baixa potência, como a solução mais eficiente e adequada a diferentes cenários de aplicação. Estes dispositivos são usualmente conhecidos por micro turbinas, e constituem uma alternativa económica vantajosa, em termos de aproveitamento hidroeléctrico em sistemas hidráulicos em pressão, em relação à consideração de estruturas dissipadoras (RAMOS et al., 2009). Com o objectivo de promover a utilização do aproveitamento de energia associado a pequenas potências a instalar (i.e., baixas quedas e/ou caudais), pretende-se analisar a hidrodinâmica do escoamento através de turbinas especificamente adequadas a essas condições, com vista a possíveis aplicações em sistemas reais existentes para a melhoria da eficiência energética do sistema como um todo.

MODELAÇÃO MATEMÁTICA

A análise hidrodinâmica da mecânica dos fluidos exige a utilização de modelos avançados (CFD) complexos (tanto para a criação da malha de cálculo, como para a simulação hidrodinâmica), que recorrem às equações de Navier-Stokes, através da modelação matemática das leis de conservação, para estudar o comportamento dos escoamentos. Tratando-se de escoamentos com características turbulentas são necessários modelos específicos que permitam determinar a correlação entre campos de velocidade e pressão, como é o modelo k-ε utilizado na análise desenvolvida. Estas ferramentas permitem dar uma melhor compreensão sobre o comportamento de diferentes turbinas hidráulicas e de condições de escoamento (RAMOS et al., 2009). De facto, estes modelos computacionais da mecânica de fluidos são muito utilizados (FLUENT, 2006), sobretudo para todo o tipo de escoamentos, conduzindo a soluções óptimas de grande precisão para uma vasta gama de velocidades.

RESULTADOS DE SIMULAÇÃO (CFD)

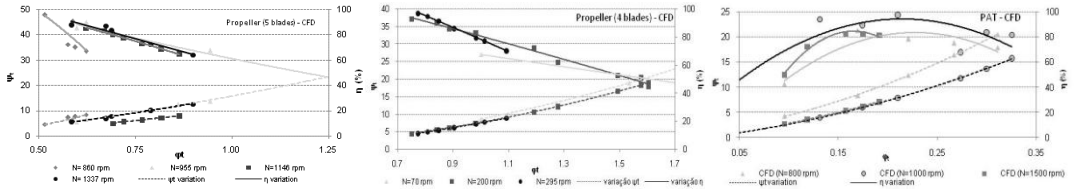
Este estudo trata de três soluções inovadoras de baixa potência (em especial para quedas baixas) como resposta viável ao aproveitamento energético em sistemas de abastecimento de água. Estas soluções podem proporcionar uma boa relação de custo e eficiência, em alternativa às turbinas convencionais sobretudo, para as micro-hídricas, devido à sua simplicidade de projecto como é o caso de uma bomba a funcionar como turbina (PAT) ou uma turbina hélice tubular. Os resultados quantitativos obtidos no modelo CFD, em termos de pressão total, e intensidade de turbulência ao longo da parede das turbinas, apresentam-se na Figura 1.



(a) Variação da pressão total (b) Variação da intensidade de turbulência

Figura 1 – Resultados obtidos pelo modelo CFD para uma hélice tubular com 5 e 4 pás, e uma PAT.

Os resultados obtidos pelo modelo matemático são consequência de uma exaustiva análise em busca do melhor rendimento estabelecido por cada máquina. Pode-se observar uma sequência de gráficos em função dos coeficientes de queda e de caudal (em que $\psi = \frac{gH}{N^2D^2}$ e $\phi = \frac{Q}{ND^3}$ respectivamente), a fim de cobrir uma vasta gama de aplicações (Gráfico 1).



(a) (b) (c)

Gráfico 1 - Variação do coeficiente de queda e caudal e do rendimento para diferentes velocidades de rotação na (a) hélice tubular com 5 pás; (b) hélice tubular com 4 pás; (c) PAT.

COMPARAÇÃO ENTRE RESULTADOS DE SIMULAÇÃO E ENSAIOS

A comparação das simulações CFD das diferentes turbinas analisadas e, simultaneamente, a comparação com alguns testes de laboratório mostram as tendências típicas da resposta de cada turbina bem como o seu desempenho (Gráfico 2).

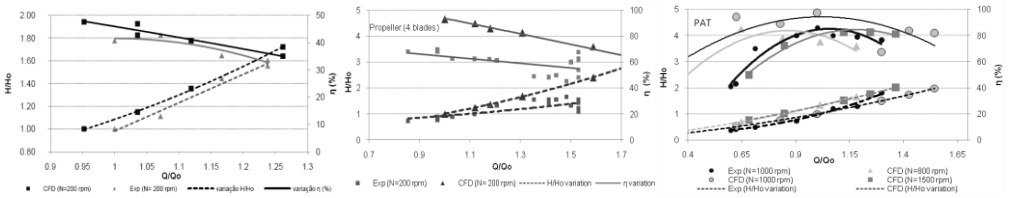


Gráfico 2 - Comparação entre ensaios experimentais e computacionais: hélice tubular com cinco pás; hélice tubular com quatro pás; PAT.

Estas curvas de tendência foram traçadas com base no ponto óptimo estimado pelo modelo CFD e pelos resultados experimentais. Da análise dos gráficos verifica-se que os resultados de simulação apresentam melhores rendimentos, devido a perdas que não são contabilizadas pelo modelo matemático e que existem à escala do modelo físico desenvolvido em laboratório.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Esta investigação permite concluir que estes novos conversores de energia hidráulica, podem ser facilmente fabricados e instalados em regiões onde a potência seja relativamente pequena, com caudais e/ou quedas baixas como é o caso de pequenos cursos de água, sistemas de abastecimento, de irrigação ou canais, ou em projectos em que as turbinas convencionais são economicamente inviáveis (SIMAO, 2009). Contudo será necessária uma análise mais detalhada para diversos parâmetros para ajudar a determinar a melhor escolha, dependendo do local e das condições disponíveis no sistema.

BIBLIOGRAFIA

FLUENT 6.3. - *User's Guide*. USA, 2006.

RAMOS, H. M., BORGA, A., SIMÃO, M. – "Cost-effective energy production in water pipe systems: theoretical analysis for new design solutions". *33rd IAHR Congress*. Water Engineering for a Sustainable Environment. Managed by EWRI of ASCE on behalf of IAHR. Vancouver, British Columbia, Canada, August 9-14, 2009.

RAMOS, H. M., BORGA, A., SIMÃO, M. – "New design solutions for low-power energy production in water pipe systems". *Water Science and Engineering*, 2009, 2(4): 69-84, doi:10.3882/j.issn.1674-2370.2009.04.007.

SIMAO, M. - Hidrodinâmica e desempenho em turbinas de baixa potência: concepção, modelação e ensaios. Dissertação de mestrado. Portugal, Instituto Superior Técnico, 2009.

GESTÃO DE DADOS E PRODUÇÃO DE INFOMAÇÃO EM SISTEMAS DE TRATAMENTO E ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

Caso de Estudo: Águas do Algarve, SA

Paulo CORREIA

Técnico de Tratamento, Águas do Algarve, SA. p.correia@aguasdoalgarve.pt

Rui SANCHO

Responsável de Tratamento de Água – Barlavento, Águas do Algarve, SA. r.sancho@aguasdoalgarve.pt

Claudio TENÓRIO

Responsável de Adução de Água – Sotavento, Águas do Algarve, SA. c.tenório@aguasdoalgarve.pt

António BOTA BARREIROS

[4] Planeamento e Controlo de Gestão, Águas do Algarve, SA. b.barreiros@aguasdoalgarve.pt

Helena LUCAS

Directora de Operações Água, na Águas do Algarve, SA. h.lucas@aguasdoalgarve.pt

RESUMO

Actualmente, uma das grandes problemáticas que os gestores das operações dos sistemas de tratamento e abastecimento de água para consumo humano se confrontam, está centrada na dificuldade em gerir a informação associada ao elevado número de dados decorrente das actividades de exploração. Esta situação advém do significativo número de sistemas de informação (de supervisão, de manutenção, de laboratório, de carácter financeiro, da qualidade e resíduos, de volumes de água para facturação e balanços hídricos) e diversos registos em suporte de papel/informático.

Atendendo a que estes sistemas e ficheiros não estão integrados, a duplicação de registos é uma possibilidade e inibe-se o seu relacionamento/cruzamento eficiente (análise e tratamento estatístico), dificultando a identificação de causas e de tendências, e gerando divergências entre dados com diferentes fontes de origem.

A solução encontrada pela Águas do Algarve, SA passou pelo desenvolvimento em parceria com a empresa M de Máquina, Sistemas Industriais, Lda, de uma plataforma integradora, que coloca todos os dados numa só aplicação. Este software (NAVIA), em fase de conclusão, tem permitido uma gestão operacional integrada, com consulta e cruzamento de variáveis de qualquer tipo; acompanhamento de índices de desempenho de operações; gestão de stocks de reagentes, etc. O NAVIA produz relatórios previamente configurados ou não, que poderão ser fornecidos a entidades internas ou externas.

SESSÃO 9

4.ª feira, dia 24 de Março

09:00 – 11:00

SALA BRASIL

QUADRO NORMATIVO E REGULAÇÃO

NOVOS CONHECIMENTOS E INOVAÇÃO NO SECTOR DA ÁGUA

BENEFICIAÇÃO DO TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS DO SISTEMA DE SANEAMENTO DA COSTA DO ESTORIL

António SANTOS SILVA

Engenheiro Civil, Presidente da Comissão Executiva da SANEST – Saneamento da Costa do Estoril, S.A.

Carlos CUSTÓDIO

Engenheiro Civil, Director de Engenharia da SANEST – Saneamento da Costa do Estoril, S.A.

Maria João FERNANDES

Engenheira do Ambiente, Técnica da Direcção de Engenharia da SANEST – Saneamento da Costa do Estoril, S.A.

RESUMO

O empreendimento de Beneficiação do Tratamento de Águas Residuais do Sistema de Saneamento da Costa do Estoril visa dar cumprimento ao definido na Decisão da Comissão Europeia 2001/720/CE, de 8 de Outubro. A empreitada de concepção/construção foi adjudicada ao Consórcio CME/ DRACE/ OPWAY/ DRAGADOS.

A Beneficiação do Tratamento tem como principais componentes a Estação de Tratamento da Fase Líquida, localizada na Guia, a Estação de Tratamento da Fase Sólida, localizada no Outeiro da Lota, ambas no Município de Cascais, e um sistema elevatório de transporte das lamas (Obra de Interligação), numa extensão de 4,2 km.

As águas residuais serão sujeitas a tratamento primário durante todo o ano, complementado com filtração e desinfecção por radiação ultra-violeta, durante a época balnear. O tratamento das lamas inclui secagem térmica, o qual permitirá uma redução substancial do volume de lamas a transportar a destino final, possibilitando ainda a valorização agrícola das mesmas.

O sistema de cogeração permitirá a valorização energética do biogás produzido no processo de depuração, compensando parte das necessidades energéticas da instalação.

Será realizado o tratamento biológico de uma fracção do caudal afluente à ETAR, para permitir a reutilização em usos compatíveis, o que constitui uma medida estratégica de utilização racional da água.

Através da execução dessas infra-estruturas, será possível dotar a população servida com um serviço de tratamento das águas residuais que cumpre as directrizes comunitárias, num quadro de protecção integrada do ambiente, contribuindo para o sucesso ambiental da Costa do Estoril.

Palavras-chave: Saneamento, ETAR, Empreitada, Tratamento, Águas Residuais.

A CRIAÇÃO DAS PARCERIAS DAS "BAIXAS"

A elaboração dos Planos Directores

António Jorge MONTEIRO

Eng. Civil, PhD, ENGIDRO, Lisboa, a.j.monteiro@engidro.pt

Arnaldo SÁ FRIAS

Eng. Civil, PROCESL, Amadora, afrias@procesl.pt

Maria VAZ DA SILVA

Engª Civil, HIDROPROJECTO, Algés, mlsilva@hidroprojecto.pt

RESUMO

Com o objectivo de consubstanciar uma das medidas de estratégia proposta no PEAASAR II e na sequência da manifestação de adesão que veio a envolver 193 Municípios do Continente, a Águas de Portugal, S.A. decidiu lançar estudos para três vastas regiões do País, em que as redes em baixa assumem papel relevante, e que foram denominados "Planos Directores para a criação dos Sistemas Multimunicipais de Baixa de Abastecimento de Água e de Saneamento do Norte, Centro e Sul".

A elaboração dos Planos Directores, que incluiu a realização de um diagnóstico da situação actual e a apresentação de soluções técnicas para a vasta região em análise, envolveu cerca de 19 dos principais projectistas do sector, com experiência de trabalho nos locais de incidência.

O trabalho técnico iniciado em Outubro de 2007 veio a concluir-se, nas suas principais componentes, em Agosto de 2008 e caracteriza-se pela dimensão considerável dos meios envolvidos na sua realização e pelo carácter inovador da metodologia e das ferramentas envolvidos num trabalho de planeamento desta natureza.

Neste artigo apresenta-se o âmbito do trabalho desenvolvido nestes Planos Directores, a metodologia adoptada, os principais obstáculos encontrados e a forma pragmática adoptada para os superar no curto prazo disponível.

Termina com algumas considerações finais sobre as oportunidades criadas com o desenvolvimento destes Planos e algumas recomendações sobre a monitorização da sua implementação e o papel que os consultores poderão ter nesse domínio.

Palavras-chave: Planeamento do sector da água, sistemas em "baixas", abastecimento de água, saneamento de águas residuais, levantamento de informação, abordagem integrada.

A CRIAÇÃO DAS PARCERIAS DAS "BAIXAS"

O acompanhamento técnico da Águas de Portugal

Alexandra SERRA

Engenheira Civil, Águas de Portugal, Rua Visconde de Seabra, 3, 1700-421 Lisboa, a.serra@adp.pt

Katila RIBEIRO

Engenheira do Ambiente, Águas de Portugal, Rua Visconde de Seabra, 3, 1700-421 Lisboa, a.katila@adp.pt

Luís MAMOUROS

Engenheiro Civil, Águas de Portugal, Rua Visconde de Seabra, 3, 1700-421 Lisboa, l.mamouros@adp.pt

Daniel MENDES

Engenheiro do Ambiente, Águas de Portugal, Rua Visconde de Seabra, 3, 1700-421 Lisboa, daniel.mendes@adp.pt

Luís MACHADO

Engenheiro do Ambiente, Águas de Portugal, Rua Visconde de Seabra, 3, 1700-421 Lisboa, luis.machado@adp.pt

Rita FERREIRA

Engenheira do Ambiente, Águas de Portugal, Rua Visconde de Seabra, 3, 1700-421 Lisboa, ana.ferreira@adp.pt

RESUMO

Na sequência da entrada em vigor do Plano Estratégico de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais para o período 2007-2013 (PEAASAR II), a Águas de Portugal, SGPS, SA (AdP) estabeleceu contactos com a grande maioria dos Municípios do país visando a constituição de parcerias para a exploração e gestão conjuntas dos respectivos Sistemas Municipais.

Na sequência da manifestação de adesão que veio a envolver 193 Municípios do Continente, a AdP evoluiu em meados de 2007 para uma nova etapa dos estudos tendentes a estender à componente de "baixa", a parceria que tem desenvolvido com os Municípios ao nível da componente de "alta".

É neste contexto que a AdP veio a constituir em meados de 2007 uma nova equipa de trabalho e contratar a elaboração de um estudo técnico, com a profundidade de um Plano Director, abrangendo a totalidade dos aglomerados de cada um dos Municípios aderentes.

A elaboração de Planos Directores, que incluiu a realização de um diagnóstico da situação actual e a apresentação de uma solução técnica, envolveu cerca de 20 dos principais projectistas do sector, com experiência de trabalho nos locais de incidência, os quais interagiram com os quadros técnicos das respectivas entidades gestoras dos sistemas municipais de serviços de águas.

Após a recepção dos referidos estudos técnicos, a AdP veio a realizar um conjunto de estudos, ensaios e análises complementares, nos variados domínios, sobre a informação recebida dos projectistas, incluindo estudos de viabilidade económico-financeira para os sistemas de âmbito plurimunicipal das "baixas", com a determinação da solução técnica, dos investimentos necessários, da retribuição devida às autarquias e das tarifas que poderão ser praticadas.

Neste artigo propõe-se analisar a metodologia seguida, a nível técnico, pela AdP para o estabelecimento das referidas Parcerias.

Palavras-Chave: "baixas", distribuição de água e recolha de efluentes, parcerias, modelo técnico.

A CRIAÇÃO DAS PARCERIAS DAS "BAIXAS"

A solução SIMBA como ferramenta de suporte

Carlos GODINHO

Responsável Implementação de Soluções, AQUASIS, Rua Visconde de Seabra, 3, 1700-421 Lisboa, carlos.godinho@aquasis.pt

Ana CUNHA

Engenheira do Ambiente, Mestre de Sistemas de Informação Geográfica, AQUASIS, Rua Visconde de Seabra, 3, 1700-421 Lisboa, ana.cunha@aquasis.pt

Florbela COELHO

Engenheira Geóloga, AQUASIS, Rua Visconde de Seabra, 3, 1700-421 Lisboa, florbela.pinto@aquasis.pt

Patrícia EUFRÁSIO

Licenciada Geografia e Planeamento Regional, AQUASIS,, Rua Visconde de Seabra, 3, 1700-421 Lisboa, patricia.eufrasio@aquasis.pt

Rui RIBEIRO

Técnico de Sistemas de Informação, AQUASIS,, Rua Visconde de Seabra, 3, 1700-421 Lisboa, rui.ribeiro@aquasis.pt

Katila RIBEIRO

Engenheira do Ambiente, Águas de Portugal, Rua Visconde de Seabra, 3, 1700-421 Lisboa, a.katila@adp.pt

RESUMO

Na sequência da entrada em vigor do Plano Estratégico de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais, para o período 2007-2013 (PEAASAR II), a Águas de Portugal, SGPS, S.A. (AdP) estabeleceu contactos com a maioria dos Municípios do país visando a constituição de parcerias para a exploração e gestão conjuntas dos respectivos Sistemas Municipais.

Em consequência da manifestação de adesão de 193 Municípios do Continente, a AdP promoveu a elaboração de um estudo técnico, com a profundidade de um Plano Director, abrangendo a totalidade dos aglomerados de cada um dos Municípios aderentes.

A elaboração de Planos Directores, que incluiu a realização de um diagnóstico da situação actual e a apresentação de uma solução técnica, envolveu 19 dos principais consultores do sector, com experiência de trabalho nos locais de incidência.

Após a recepção dos Planos Directores, a AdP realizou um conjunto de estudos, ensaios e análises complementares, nos variados domínios, sobre a informação recebida dos consultores.

Para suporte à elaboração dos Planos Directores e às análises subsequentes, a AdP, por intermédio da AQUASIS, Sistemas de Informação, S.A., (AQUASIS), procedeu à constituição de uma solução de SIG, designada por SIMBA - Sistema de Informação Multimunicipal das BAixas.

Nesta comunicação, apresenta-se, sucintamente, a solução de SIG SIMBA, em particular o respectivo modelo de dados e as principais funcionalidades; complementarmente, é abordada a metodologia adoptada para a distribuição da solução de SIG SIMBA pelas empresas executantes dos Planos Directores e a sua utilização pela AdP na análise de resultados e produção de informação.

Palavras-Chave: "baixas", distribuição de água e recolha de efluentes, parcerias, Sistemas de Informação Geográfica, SIG.

A CRIAÇÃO DAS PARCERIAS DAS "BAIXAS"

Principais resultados a nível nacional

Francisco NARCISO

Economista, Águas de Portugal, Rua Visconde de Seabra, 3, 1700-421 Lisboa, +351 212469600, f.narciso@adp.pt

Miguel BAPTISTA

Economista, F 9 Consulting, Rua Prof. Carlos Alberto da Mota Pinto, 9, Edifício Amoreiras Plaza, 7.º A, 1070-374 Lisboa, +351 213826720, miguel.baptista@f9consulting.com

Alexandra SERRA

Engenheira Civil, Águas de Portugal, Rua Visconde de Seabra, 3, 1700-421 Lisboa, +351 212469600, a.serra@adp.pt

Katila RIBEIRO

Engenheira do Ambiente, Águas de Portugal, Rua Visconde de Seabra, 3, 1700-421 Lisboa, +351 212469600, a.katila@adp.pt

RESUMO

Na sequência da entrada em vigor do Plano Estratégico de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais para o período 2007-2013 (doravante PEAASAR II), a Águas de Portugal, SGPS, SA (doravante AdP) estabeleceu contactos com a grande maioria dos Municípios do país visando a constituição de parcerias para a exploração e gestão conjuntas dos respectivos Sistemas Municipais.

Na sequência da manifestação de adesão que veio a envolver 193 Municípios do Continente, a AdP evoluiu em meados de 2007 para uma nova etapa dos estudos tendentes a estender à componente de "baixa", a parceria que tem desenvolvido com os Municípios ao nível da componente de "alta".

É pois neste contexto que a AdP veio a constituir em meados de 2007 uma nova equipa de trabalho e contratar a elaboração de um estudo técnico, com a profundidade de um Plano Director, abrangendo a totalidade dos aglomerados de cada um dos Municípios aderentes.

A elaboração de Planos Directores, que incluiu a realização de um diagnóstico da situação actual e a apresentação de uma solução técnica, envolveu cerca de 20 dos principais projectistas do sector, com experiência de trabalho nos locais de incidência, os quais interagiram com os quadros técnicos das respectivas entidades gestoras dos sistemas municipais de serviços de águas.

O trabalho técnico iniciado em Outubro de 2007 veio a concluir-se, nas suas principais componentes, em Agosto de 2008, tendo em conta a sua dimensão e natureza, assim como as limitações detectadas na informação disponível, face a um estudo que, recorde-se, foi o primeiro do género com esta amplitude no nosso país.

Após a recepção dos referidos estudos técnicos, a AdP veio a realizar um conjunto de estudos, ensaios e análises complementares, nos variados domínios, sobre a informação recebida dos projectistas, incluindo estudos de viabilidade económico-financeira para tais sistemas de âmbito plurimunicipal das "baixas", com a determinação dos investimentos necessários, da retribuição devida às autarquias e das tarifas que poderão ser praticadas.

Em paralelo com o desenvolvimento do trabalho técnico foi previsto no ordenamento jurídico uma nova modalidade de gestão – Parcerias Estado-autarquias – que em termos práticos, assentam na partilha das competências entre o Estado e as autarquias para a exploração e gestão dos serviços de águas[1], a qual desenrolou-se em paralelo com o processo negocial entre todas as partes.

Neste artigo serão apresentados alguns dos principais resultados do trabalho desenvolvido.

Palavras-Chave: "baixas", distribuição de água e recolha de efluentes, parcerias, tarifas, investimentos.

[1] Abastecimento público de água (ou AA) e saneamento de águas residuais urbanas (ou AR).

SESSÃO 10

4.ª feira, dia 24 de Março

09:00 – 11:00

SALA MADEIRA

PROCESSOS HIDROLÓGICOS E SITUAÇÕES EXTREMAS

VARIABILIDADE TEMPORAL E ESPACIAL DAS SECAS EM PORTUGAL CONTINENTAL

[1]João Filipe SANTOS, [2]Inmaculada PULIDO-CALVO, [3]Maria Manuela PORTELA

[1] ESTIG, IPBeja, Beja, Portugal, joaof.santos@estig.ipbeja.pt; [2] (2) Dpto. Ciencias Agroforestales, EPS, Universidad de Huelva, Huelva, España, ipulido@uhu.es;[3] IST, DECivil, SHRHA, Lisboa, Portugal, mps@civil.ist.utl.pt

RESUMO

É apresentada uma análise de secas em Portugal Continental baseada em séries de precipitação mensal, de Setembro de 1910 a Outubro de 2004, em 144 postos udométricos uniformemente distribuídos pelo País (Figura 1).

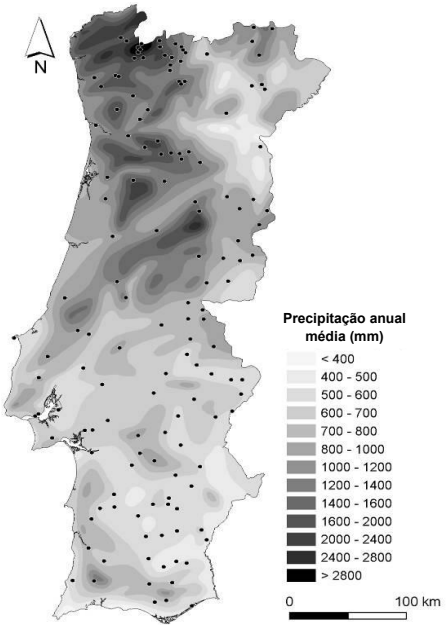


Figura 1 **-**Localização esquemática, sobre um mapa da precipitação anual média, dos 144 postos utilizados no estudo

Os eventos de seca foram caracterizados através do índice de precipitação padronizado SPI (*Standardized Precipitation Index*), porventura um dos índices de seca mais amplamente aplicados devido à sua grande flexibilidade, podendo ser aplicado a diferentes escalas temporais; à sua menor complexidade de cálculo, comparativamente a outros índices; e à sua capacidade de adaptação a outras variáveis hidro-climatológicas, simples ou compostas, para além da precipitação. Para tanto foram adoptadas as escalas temporais de 1, 6 e 12 meses consecutivos e de 6 meses de Abril a Setembro e de 12 meses de Outubro a Setembro e aplicada, às correspondentes amostras de precipitação, a lei de Pearson III com parâmetros estimados pelo método dos momentos-L. Anota-se que as três primeiras escalas temporais permitem aceder à variabilidade intra anual e as duas últimas, à variabilidade inter anual.

Para o estudo dos padrões temporal e espacial das secas comparam-se os resultados decorrentes da aplicação às séries de SPI de dois procedimentos distintos, designadamente, a análise de componentes principais (*principal component analysis* PCA) e a análise de clusters não hierárquicos baseada na técnica de "k-médias" (*K-means clustering*, KMC).

Qualquer um dos anteriores procedimentos de classificação/agrupamento conduziu à identificação de três regiões distintas e espacialmente bem definidas com diferentes padrões de seca: regiões norte, centro e sul de Portugal, conforme se exemplifica na Figura 2 tendo por base os resultados da análise de clusters aplicada a séries de SPI nos seis meses consecutivos de Abril a Setembro.

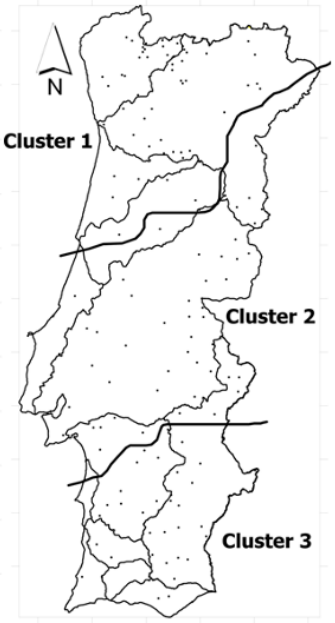


Figura 2 - Séries de SPI nos seis meses de Abril a Setembro. Análise de clusters para três grupos de classificação.

Os padrões temporais dos SPI obtidos com base na análise, quer de componentes principais, quer de clusters foram testados recorrendo à análise espectral baseada no algoritmo da transformada rápida de Fourier (*fast Fourier transform*, FFT). Os resultados assim derivados da PCA e da análise de cluster foram também equivalentes, tendo-se obtido um ciclo de 3.6 anos no padrão representativo do sul de Portugal e ciclos de 2.4 e 13.4 anos, no do norte do País. Tais resultados carecem, contudo, de investigação adicional de forma a avaliar a origem dos ciclos, bem como o seu tratamento em termos probabilísticos.

Palavras-chave: seca, índice de precipitação padronizada (SPI), análise de componentes principais (PCA), análise de clusters não-hierárquica (KMC), análise espectral, transformada rápida de Fourier (FFT).

VARIABILIDADE E TENDÊNCIAS DA PRECIPITAÇÃO ANUAL E MENSAL EM PORTUGAL

M. Isabel P. de LIMA

Doutora, Engª Civil, IMAR – Centro do Mar e Ambiente, Departamento de Recursos Florestais / ESAC, Instituto Politécnico de Coimbra, Bencanta, 3040-416 Coimbra

Sílvia C. P. CARVALHO

Mestre, Engª do Ambiente, IMAR – Centro do Mar e Ambiente, Depart. de Engenharia Civil / FCT, Universidade de Coimbra, Pólo II, 3030-290 Coimbra

João L. M. P. de LIMA

Doutor, Engº Civil, IMAR – Centro do Mar e Ambiente, Departamento de Engenharia Civil / FCT, Universidade de Coimbra, Pólo II, 3030-290 Coimbra

M. Fátima E. S. COELHO

Mestre, Meteorologista, Instituto de Meteorologia, I.P., Rua C ao Aeroporto, 1749-077 Lisboa

RESUMO

O objectivo deste trabalho é investigar a variabilidade e tendências exibidas pela precipitação anual e mensal observada em Portugal Continental, estudando séries temporais longas. Os dados são de 10 estações udométricas, tendo alguns registos origem no século XIX; a duração das séries varia entre 88 e 144 anos. O estudo de tendência é feito com os testes não-paramétricos de Mann-Kendall e de Sen. São investigadas tendências, monotónicas, em todo o período dos registos e em sub-períodos (i.e. tendências parciais). No estudo de tendências parciais faz-se uso de metodologias especificamente dedicadas à identificação de diferentes comportamentos e dos respectivos momentos de mudança. Os resultados não evidenciam tendências estatisticamente significantes na precipitação anual, quando se analisa todo o período dos registos. A análise de tendências parciais identifica uma sequência de períodos em que alternam as tendências de aumento e de diminuição da precipitação anual; num grande número de casos estas tendências têm significância estatística. Os resultados do estudo da precipitação mensal mostram tendências, estatisticamente significantes, associadas à redistribuição da precipitação durante o ano. No entanto, o resultado varia com o período analisado.

Este estudo evidencia que uma explicação para a incerteza nas projecções do comportamento da precipitação, com base em estudos de tendência, pode ser a extrema variabilidade no processo de precipitação, devendo estas questões ser tratadas com ponderação.

Palavras-Chave : Precipitação; tendência; tendências parciais; séries longas.

CÁLCULO DA PRECIPITAÇÃO MÁXIMA COM MÉDIA DURAÇÃO EM PORTUGAL CONTINENTAL

Mariana Gomes Pereira CORREIA

Eng.ª Civil. COBA. Av. 5 de Outubro, 323, 1649-011 Lisboa, +351 210125000, mgc@coba.pt

Maria Manuela PORTELA

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

José Manuel Pragana da CRUZ MORAIS

Eng.º Civil. Director de Estudos e Desenvolvimento. COBA. Av. 5 de Outubro, 323, 1649-011 Lisboa, +351 210125000, c.morais@coba.pt

RESUMO

Não obstante se dispor de extensa informação udométrica para Portugal Continental, nem sempre tal informação se adequa ou está disponível quando se pretendem precipitações de projecto, especialmente se estão em causa curtas durações, como acontece na maior parte das aplicações práticas relativas à análise de cheias. Por tal motivo, desenvolveu-se um procedimento de cálculo para qualquer local do País da precipitação máxima com a duração de t dias e o período de retorno de T anos, $P_{t,T}$.

O estabelecimento de tal procedimento utilizou séries de duração parcial por aplicação do método apresentado em NERC, 1975[2], à informação udométrica em mais de 450 postos do território nacional continental e atendeu à necessidade de majorar as estimativas das precipitações de projecto de modo a ter em conta o facto de os registos de precipitação diária que sustentam tais estimativas se referirem, por regra, ao período de 24 h com início às 9:00 h não obstante as máximas precipitações com durações entre 1 e sensivelmente 4 dias ocorrerem em períodos com início distinto.

Em resultado do estudo efectuado, propõe-se que a precipitação máxima, $P_{t,T}$ (mm), em qualquer local de Portugal Continental, com a duração t (dias) e o período de retorno T (anos), seja estimada mediante aplicação das seguintes equações:

$$\begin{cases} P_{t,T} = a\, t^{b}\, c \\ c = f(T) = c_1 + \dfrac{1 - c_1}{2.303}\, ln(T) \end{cases} \qquad (1)$$

nas quais a e b são parâmetros característicos do local e c, depende também do local, através de um parâmetro adicional c_1, e do período de retorno, T, sendo que para T=10 anos c toma o valor unitário.

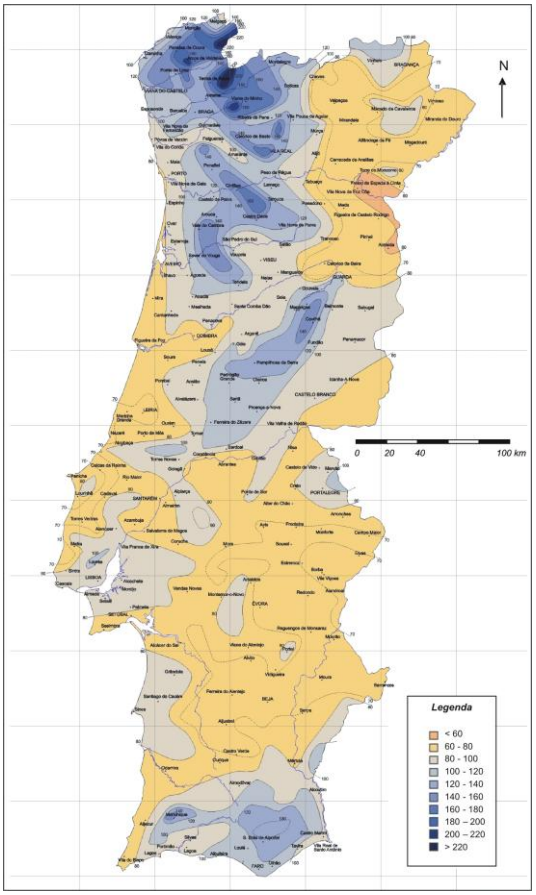
As anteriores equações decorreram da constatação de que, em cada local, a forma das linhas de possibilidade udométrica pode ser muito aproximadamente considerada constante, sendo, portanto, o expoente b praticamente independente do período de retorno. Resultou, assim, a possibilidade de caracterizar espacialmente tal expoente, mediante a obtenção de um mapa de isolinhas do seu valor. Para o local em consideração, o parâmetro a é igual à precipitação máxima diária com o período de retorno de 10 anos, podendo ser também obtido através de um mapa de isolinhas dessa precipitação. O parâmetro c_1 relaciona-se directamente com as amostras de precipitação. A sua caracterização espacial foi efectuada tendo por base a

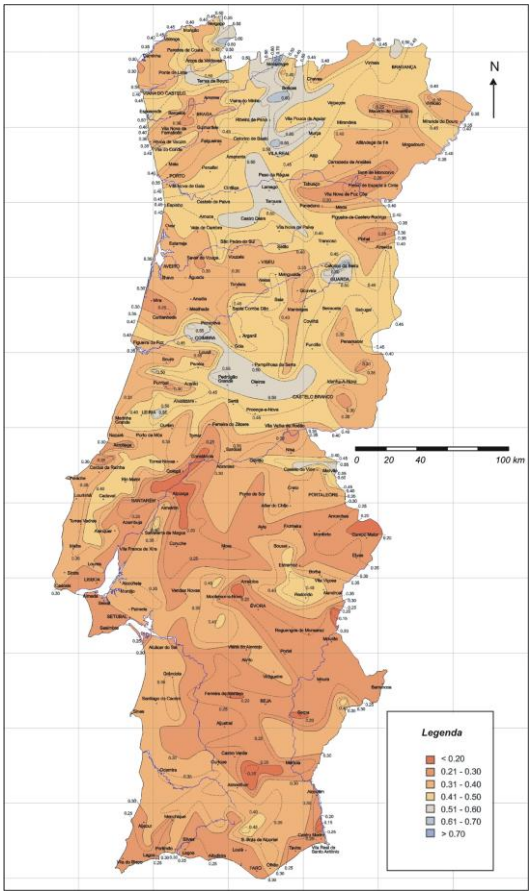
[2] NERC, 1975. *Flood Studies Report. Natural Environment Research Council Swindon*, United Kingddom.

utilização, em cada posto, de amostras de duração parcial, tendo também resultado na elaboração de um mapa de isolinhas do seu valor.

O pressuposto, inerente ao estudo, de que as linhas de possibilidade udométrica estabelecidas com base em precipitações extremas com durações de 1 a 4 dias são aplicáveis a durações inferiores às consideradas na sua dedução, faz esperar a validade da utilização das equações do anterior sistema quando estão em causa durações inferiores ao dia. A aplicação dessas equações conduz a estimativas de precipitações intensas superiores às que decorreriam da utilização de linhas de possibilidade udométrica convencionais uma vez que no estabelecimento dos valores dos parâmetros *a* e *b* se utilizaram precipitações máximas relativas a períodos de registo não necessariamente com início às 9:00 h, como antes mencionado.

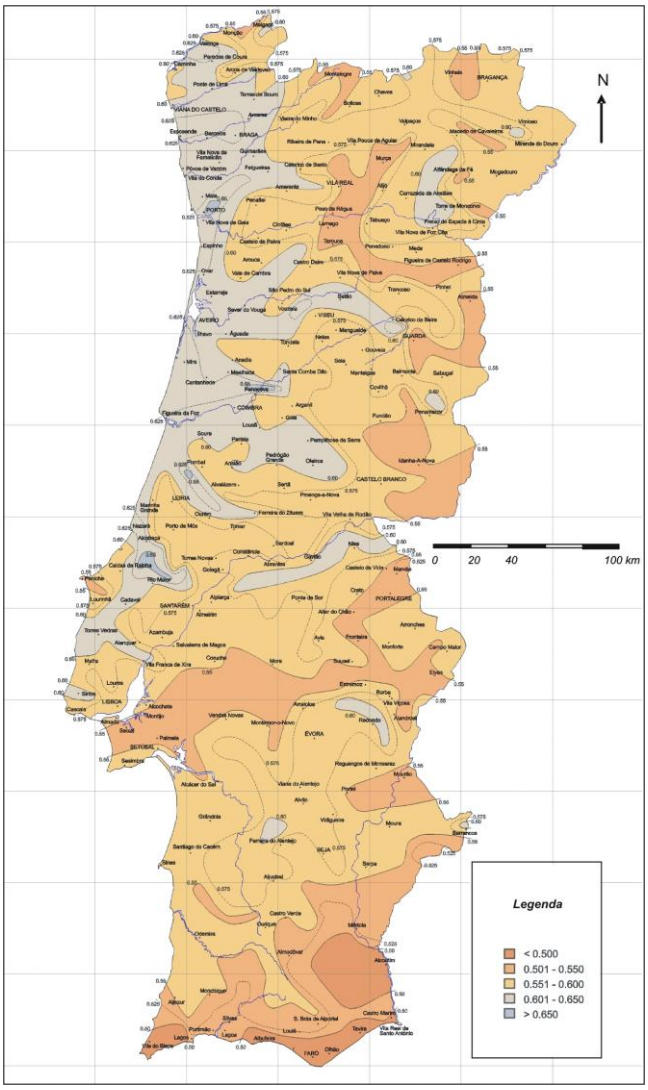
Os mapas de isolinhas seguidamente apresentados permitem avaliar os valores dos parâmetros *a*, *b* e c_1 para qualquer local de Portugal Continental e, consequentemente, aplicar o sistema (1) à estimativa de precipitações intensas com qualquer duração e qualquer período de retorno. Desde que esteja em causa a obtenção dos valores dos parâmetros *a, b* e c_1, num dos 453 postos que sustentaram a análise, identificados em Correia, 2008[3], em alternativa a uma leitura gráfica a partir dos mencionados mapas podem utilizar-se directamente os valores compilados por aquela autora para esse posto.





[3] CORREIA, M.G.P., 2008. *Análise da Precipitação Máxima com Média Duração em Portugal Continental*. Dissertação para a obtenção do grau de Mestre em Hidráulica e Recursos Hídricos (pré-Bolonha), Universidade Técnica de Lisboa, IST, Lisboa

Parâmetros das linhas de possibilidade udométrica para precipitações expressas em milímetros e durações em dias: coeficiente a (à esquerda), expoente b (à direita).



Parâmetros das linhas de possibilidade udométrica para precipitações expressas em milímetros e durações em dias: coeficiente c_1 .

EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Cálculo da precipitação máxima em 6 h com período de retorno de 50 anos na zona de Évora:

- Valores dos parâmetros

  a = 69 mm; b = 0.23 e c_1 = 0.58

- Precipitação máxima com a duração de 6 h e período de retorno de 10 anos

$$P_{t,T} = a\,t^{b} = 69(6/24)^{0.23} \approx 50\,mm$$

- Precipitação máxima com a duração de 6 h e período de retorno de 50 anos

$$\begin{cases} P_{t,T} = 69(6/24)^{0.23}\,1.29 \approx 50 \times 1.29 \approx 65\,mm \\ c = 0.58 + \dfrac{1-0.58}{2.303}\ln(50) = 1.29 \end{cases}$$

Palavras-chave: precipitações intensas, amostras de duração parcial, método do NERC, lei de Gumbel, período de retorno.

CARACTERIZAÇÃO DE SECAS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS DE PORTUGAL CONTINENTAL: APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE PRECIPITAÇÃO PADRONIZADA, SPI, A SÉRIES DE PRECIPITAÇÃO E DE ESCOAMENTO

[1]João Filipe SANTOS, [2] Maria Manuela PORTELA

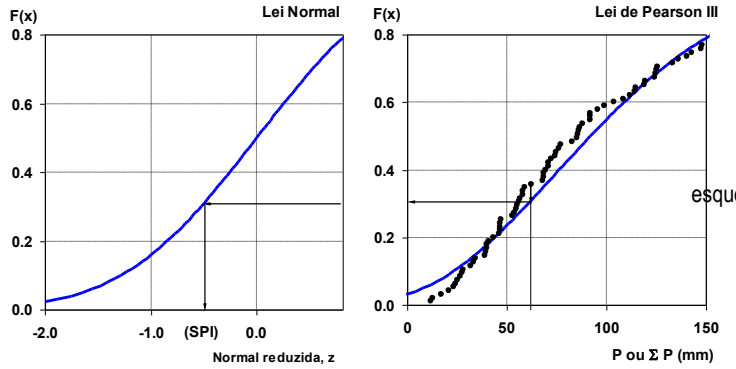
[1] ESTIG, Beja, Portugal, joaof.santos@estig.ipbeja.pt; [2] IST, DECivil, SHRHA, Lisboa, Portugal, mps@civil.ist.utl.pt

RESUMO

Uma seca pode ser entendida como um período suficientemente longo com ausência ou deficiência marcada de precipitação e que causa um desequilíbrio hidrológico acentuado. Consoante as suas consequências, distinguem-se entre secas meteorológicas, agrícolas, hidrológicas e socioeconómicas.

A caracterização das secas pode incidir na sua intensidade, duração, frequência e área afectada. A intensidade relaciona-se com a gravidade da ausência ou insuficiência de precipitação, sendo normalmente avaliada por meio de índices de seca que caracterizem os défices hídricos, permitindo a sua comparação numa base comum. De entre tais índices, um dos mais utilizados, se não o mais utilizado, é o índice de precipitação padronizada, SPI (*standardized precipitation index*), que associa à precipitação a diferentes escalas temporais valores numéricos susceptíveis de serem comparados entre regiões com climas bastante distintos. As escalas de tempo mais frequentes são de 1, 3, 6, 12 e 24 meses sendo entendimento geral que as menores escalas, até 6 meses, permitem aceder à seca meteorológica e agrícola (défice de precipitação e de humidade no solo, respectivamente), entre os 9 e os 12 meses à seca hidrológica com escassez de água reflectida nos escoamentos e nos reservatórios artificiais (albufeiras), e a escala de tempo dos 24 meses permite perceber o impacto das secas nos aquíferos que, devido à sua resiliência, possuem uma capacidade de resposta mais lenta.

No âmbito da caracterização de secas em Portugal Continental, apresenta-se o formalismo matemático inerente ao cálculo do índice de precipitação padronizado, SPI. Tendo por base séries longas de precipitação e de escoamento em três bacias hidrográficas, comparam-se os valores de SPI obtidos por aplicação àquelas séries da função de distribuição de Pearson III, considerada por alguns autores como a que melhor se ajusta às séries de precipitações, quer mensais, quer acumuladas em diferentes grupos de meses devido à grande flexibilidade que lhe é conferida pelos seus três parâmetros. A estimativa dos correspondentes parâmetros utilizou o método dos momentos-L.



Representação esquemática do procedimento de cálculo do SPI.

O estudo efectuado evidenciou existir uma boa correlação entre valores do índice de precipitação padronizada obtidos com base em precipitações e em escoamentos, correlação que se concluiu ser tanto melhor quanto maior a escala temporal a que se refere o índice. Resulta, assim, possível, detectar situações de escassez dos recursos hídricos de superfície por análise de amostras de precipitação com as vantagens daí decorrentes, dado que tais amostras são em número muito superior ao das amostras de escoamento e têm normalmente maior dimensão.

Palavras-chave: seca, índice de precipitação padronizada, SPI, momentos-L, lei de Pearson III.

DEFINIÇÃO DE UNIDADES DE ANÁLISE PARA A PREVENÇÃO, AVALIAÇÃO E GESTÃO DE SITUAÇÕES DE SECA.

Aplicação ao caso da bacia do rio Guadiana

Eduardo VIVAS

Aluno de Doutoramento FEUP, Rua Dr. Roberto Frias s/n, 4200 – 465, Porto, + 351 22 508 19 55, evivas@fe.up.pt

Cristina SILVA

Bolseira de Investigação FEUP, Rua Dr. Roberto Frias, s/n 4200 – 465 Porto, + 351 22 508 19 55, cmsilva@fe.up.pt

Luís CORREIA

Bolseiro de Investigação FEUP, Rua Dr. Roberto Frias, s/n 4200 – 465 Porto, + 351 22 508 19 55, lcorreia@fe.up.pt

Rodrigo MAIA

Professor Associado FEUP, Rua Dr. Roberto Frias s/n, 4200 – 465, Porto, + 351 22 508 19 16, rmaia@fe.up.pt

RESUMO

As áreas afectadas por secas são normalmente bastante vastas, pelo que a sua gestão deverá ser planeada e levada a cabo a diferentes escalas, desde o nível regional, ou mesmo nacional, ao local.

As tarefas de prevenção e gestão de situações de seca pressupõem dois passos principais: (i) a avaliação de riscos e vulnerabilidades de uma região, face a potenciais impactos em cenários de seca, e (ii) a identificação das principais entidades a envolver e potenciais medidas a aplicar, face a diferentes níveis de alerta e severidade. Porém, se as escalas nacional e de região hidrográfica são essenciais para a definição de políticas e mesmo para a execução de avaliações de carácter macroscópico, a aplicação de medidas de mitigação implica uma avaliação dos problemas ao nível local. Esse nível deverá permitir a integração da gestão de recursos hídricos da zona, atendendo aos principais sectores utilizadores e respectivas origens de água, e, também, reflectir a jurisdição de gestão das entidades responsáveis.

Neste contexto é perspectivada a definição, para a parte portuguesa da bacia hidrográfica do Guadiana, de possíveis unidades de análise com vista a potenciar a aplicação de planos de gestão ou mesmo de um sistema de avaliação de secas baseados em índices. Foram assumidos, como pressupostos, a compatibilização dos principais usos e disponibilidades, bem como a estrutura de gestão e responsabilidades operacionais da região. Foi ainda feita a compatibilização destes elementos com o nível de sub-bacia hidrográfica (que permite a caracterização das disponibilidades e dos impactos decorrentes de uma seca).

Palavras chave: unidades geográficas, planos de secas, sistemas de avaliação e gestão, indicadores.

GESTÃO TRANSFRONTEIRIÇA DO RISCO DE SECA NA EUROPA MEDITERRÂNICA

Uma proposta metodológica para a Bacia Hidrográfica do Guadiana

Afonso DO Ó

Investigador Doutorado, e-GEO / FCSH-UNL, Av. Berna 26-C, 1069-061 Lisboa, +351 967 678 335, afonsodoo@gmail.com

RESUMO

O trabalho de investigação que se apresenta propõe uma abordagem metodológica para a gestão transfronteiriça do risco de Seca em bacias hidrográficas internacionais. Utiliza-se como caso de estudo a bacia hidrográfica do Guadiana, de particular interesse no contexto Mediterrânico devido à sua relativa aridez, escassez de água, e elevado risco de Seca.

Um acordo político (a Convenção de Albufeira) regula a cooperação e os conflitos em matéria de água entre os dois países ribeirinhos, mas em situações de Seca aplica-se uma cláusula de excepção ao regime de caudais aprovado. Acresce que o planeamento dos recursos hídricos se mantém estritamente separado ao nível nacional, e que a participação pública continua a ser muito reduzida.

A proposta metodológica que se apresenta parte duma fundamentação teórica territorial e interdisciplinar aplicada à gestão transfronteiriça de bacias hidrográficas, e tem por principais objectivos fomentar uma efectiva gestão partilhada e pró-activa do risco de Seca, reduzir os impactos ambientais, sociais e económicos destes eventos, e minimizar os potenciais conflitos sobre usos e disponibilidades hídricas entre os dois países.

Para atingir estes objectivos, propõe-se a execução de um conjunto de acções, partindo da identificação das potencialidades, constrangimentos e obstáculos a uma gestão transfronteiriça do risco de Seca, para a definição das principais componentes de um plano conjunto, a preconização dos necessários procedimentos de harmonização e articulação técnica, a análise de eficácia das medidas de resposta tomadas, e a proposta de um programa transfronteiriço de medidas, de acordo com a sua viabilidade legal, institucional, social, económica e ambiental.

Palavras-chave: Seca, planeamento, Guadiana, gestão do risco.

SESSÃO 11

4.ª feira, dia 24 de Março

09:00 – 11:00

SALA MOÇAMBIQUE

HIDRÁULICA MARÍTIMA E COSTEIRA

ANÁLISE TEMPORAL, ESPECTRAL E DE ERROS NO PACOTE SOPRO. APLICAÇÕES.

Conceição J.E.M. FORTES, Liliana PINHEIRO, João Alfredo SANTOS

RESUMO

O SOPRO permite a caracterização de regimes de agitação marítima em zonas costeiras, estudos de propagação de ondas em zonas costeiras e a simulação da navegação no acesso ou no interior a zonas portuárias.
Trata-se de uma aplicação informática, desenvolvida no LNEC, composta por uma interface com o utilizador e por um conjunto de módulos. Neste momento, existem dez módulos operacionais, seis deles integram modelos numéricos de propagação da agitação marítima os outros três integram um modelo numérico de simulação da navegação em zonas portuárias, uma base de dados de agitação marítima, um módulo para a geração de malhas de elementos finitos e um módulo para estabelecimento de regimes de agitação marítima, respectivamente. O pacote utiliza o Visual Basic for Applications (VBA) como linguagem de programação, enquanto os modelos utilizam a linguagem FORTRAN. A selecção do módulo (ou módulos) mais apropriado(s) depende do objectivo do estudo e dos fenómenos envolvidos.
Há, no entanto, vários aspectos que ainda não estão previstos no SOPRO, tais como:
a) ferramentas de análise temporal e espectral de dados de agitação marítima e/ou de resultados de modelos numéricos;
b) procedimentos para a calibração dos modelos numéricos , através da comparação entre resultados numéricos e dados obtidos em diferentes locais dentro ou fora dos portos. Este procedimento também inclui uma análise de erros (através do cálculo de BIAS, RMSE, índice de concordância, etc.);
Estas funcionalidades facilitam muito a caracterização da agitação marítima em qualquer zona costeira ou portuária, quer utilizando dados de campo quer resultados numéricos assim como a utilização dos modelos numéricos em situações reais para as quais é sempre necessário efectuar a calibração de alguns dos seus parâmetros.
É, pois objectivo deste trabalho, dotar o SOPRO de módulos que permitam efectuar as funcionalidades anteriores de modo fácil, rápido e eficiente para o utilizador. Os módulos serão testados em zonas portuárias da costa portuguesa, para os quais existem dados de agitação marítima (Porto da Praia de Vitória) e seja necessário efectuar a calibração de modelos, e mais concretamente, do modelo SWAN. Efectuar-se-ão também aplicações para laboratório com modelos mais complexos como é o caso do modelo COULWAVE.

BIBLIOGRAFIA

Booij, N; Ris, R.C.; Holthuijsen, L.H. (1999). A Third-generation Wave Model for Coastal Regions, Part I, Model Description and Validation. J. Geoph. Res., 104(C4), 7649-7666.
Fortes, C. J. E. M., (1993), “Modelação matemática da refracção e da difracção combinadas de ondas marítimas (análise pelo método dos elementos finitos).”, Msc, IST.
Tolman, H. L., (1999), “User manual and system documentation of WAVEWATCH-III version 1.18.”, NOAA / NWS / NCEP / OMB technical note 166, 110 pp.

ESTUDO DE RESSONÂNCIA NA BACIA DE ADUÇÃO DE SINES

M. G. NEVES

Doctora em Engª Civil, LNEC, Av. Do Brasil, 101, 1700-066 LISBOA, gneves@lnec.pt

C.J.E.M. FORTES

Doutora em Engenharia Mecânica, LNEC, Av. Do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, jfortes@lnec.pt

L. PINHEIRO

Mestre em Engenharia Mecânica, LNEC, Av. Do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, lpinheiro@lnec.pt

L. MATOS

EDP Produção PTSN, S. Torpes, 7520-901 Sines, Portugal

RESUMO

Em Portugal, diversos portos têm apresentado problemas em resultado da acção das ondas de longo período, que são frequentemente responsáveis por fenómenos de ressonância dentro de um porto, com aumento da agitação marítima no seu interior e consequentemente perturbações na actividade portuária (interrupções das actividades de carga e descarga, quebras das amarrações, etc.).

A bacia de adução da central termoeléctrica de Sines é uma das que tem registado a ocorrência deste tipo de fenómenos, verificando-se valores excessivos de alturas de onda no seu interior sem que se registe agitação significativa no exterior da mesma. Este tipo de agitação acarreta problemas de operacionalidade relacionados com a interrupção da manutenção das redes que se encontram no interior da bacia para prevenir o fluxo de algas marinhas aos grupos da central.

Para estudar a resposta desta bacia à acção das ondas e conhecer o seu funcionamento ressonante, procedeu-se à análise de dados de campo medidos *in situ* durante diversos eventos ressonantes e à determinação dos períodos de oscilação própria da bacia, utilizando um modelo numérico. Os dados de campo foram obtidos por um sensor de nível do tipo hidrostático, localizado num ponto no interior da bacia portuária. Embora este equipamento tenha como função a monitorização do nível da maré, tem velocidade de resposta suficiente para indicar a variação de nível correspondente à ondulação. O modelo numérico utilizado, DREAMS (Fortes, 1993) resolve a equação de declive suave utilizando o método dos elementos finitos. Os resultados do modelo são comparados com dados de superfície livre medidos no interior da bacia portuária em diferentes períodos de ocorrência deste fenómeno entre 2007 e 2009.

A análise espectral das medições de campo durante os eventos onde se verificou agitação excessiva no interior da bacia conduziu a duas gamas de períodos de ressonância (93 s a 104 s e 440 s a 540 s), sendo mais energética a que corresponde aos maiores períodos. Verificou-se ainda que estes eventos ocorreram quando os níveis de preia-mar (PM) e baixa-mar (BM) diferiam pouco e variavam entre, aproximadamente, +3.0 m (Z.H.) a +1.0 m (Z.H.).

A análise dos resultados do modelo DREAMS permitiu concluir que, para os níveis de maré entre +1.0 m (Z.H.) e +4.0 m (Z.H.), ocorrem situações de ressonância no interior da bacia para duas gamas de períodos de onda: 80 s a 130 s e 375 s a 575 s. Para os períodos mais baixos a oscilação é do tipo bi-ventral enquanto que para os períodos maiores é do tipo uni-ventral e com maiores amplificações.

Existem outras ocorrências de ressonância associadas a períodos mais baixos, à volta dos 50 s, mas com amplificações menores.

Na Figura apresentam-se os valores do períodos de ressonância medidos durante os eventos ressonantes analisados, com a indicação a sombreado dos valores obtidos numericamente com o modelo DREAMS, para os níveis de maré variáveis entre +1.0 m (Z.H.) e +3.0 m (Z.H.), que corresponde aos valores máximos e mínimos de maré observados durante os referidos eventos.

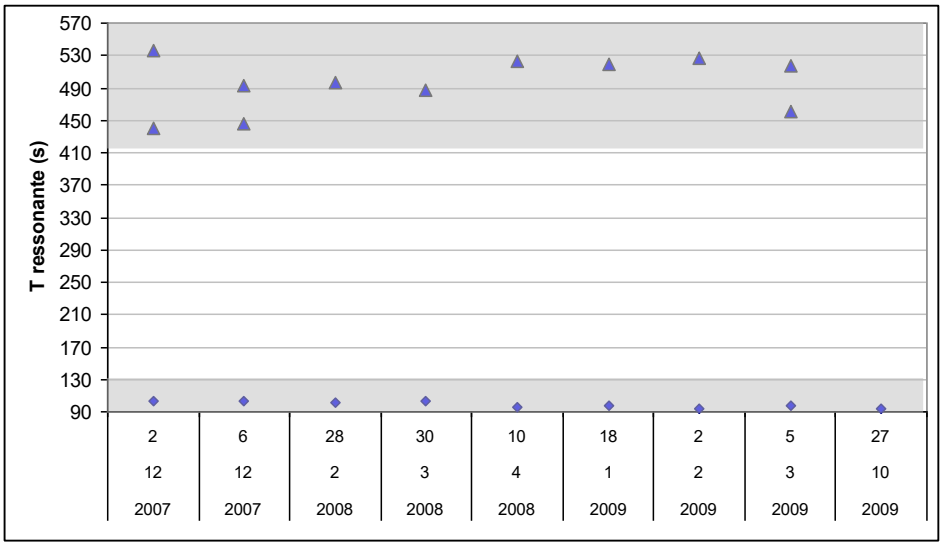


Figura: Períodos ressonantes nos eventos analisados e corresponde gama de períodos de ressonância obtidos com o modelo DREAMS para os níveis de maré observados (a sombreado).

Da análise da figura observa-se que os períodos ressonantes medidos “in situ” concordam bastante bem com os períodos ressonantes obtidos pelo modelo numérico, estando contidos na gama de períodos de oscilação própria da bacia obtidos com o modelo DREAMS (zona sombreada). Este resultado permite concluir que o modelo está a reproduzir adequadamente o fenómeno.

Verificou-se ainda que existe uma concordância do andamento dos dados de campo e dos resultados do modelo quanto à energia relativa dos diferentes períodos ressonantes, isto é, obteve-se nas medições de campo e nos resultados do modelo uma amplificação de energia bastante superior para os maiores períodos ressonantes (415 s aos 575 s) que para os menores (ao redor dos 100s).

BIBLIOGRAFIA

FORTES, C.J.E.M. - Modelação matemática da refracção e difracção combinadas de ondas marítimas. Análise pelo método dos elementos finitos. Dissertação de mestrado em Eng. Mecânica, IST, Junho, 1993.

MODELAÇÃO NUMERICA DO GALGAMENTO DE UMA ESTRUTURA COSTEIRA IMPERMEAVEL USANDO UM MODELO LAGRANGIANO

Eric DIDIER

Engº Mecânico, PhD, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. Do Brasil, 101, 1700-066 LISBOA, edidier@lnec.pt

Maria da Graça NEVES

Engª Civil, PhD, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. Do Brasil, 101, 1700-066 LISBOA, gneves@lnec.pt

RESUMO

A necessidade de protecção da linha de costa e de condições de abrigo em portos obriga frequentemente à construção de estruturas de protecção marítima cujo objectivo é o de funcionarem como obstáculo à propagação normal das ondas, criando assim áreas onde a agitação marítima é reduzida. O conhecimento do comportamento hidrodinâmico destas estruturas de protecção costeira e portuária é necessário para garantir quer a sua funcionalidade quer a sua estabilidade.

A análise do comportamento hidráulico da estrutura é normalmente feita recorrendo a métodos semi-empíricos ou modelos físicos. Devido à melhoria dos meios de computação cada vez mais potentes e ao desenvolvimento de modelos numéricos, o uso deste tipo de modelos começa a tornar-se mais atractivo. Os modelos utilizados nestes estudos devem modelar correctamente todos os fenómenos envolvidos no processo, que é complexo e pode envolver diversos processos físicos, tais como o empolamento, a rebentação e o escoamento em meios porosos.

De entre os modelos existentes na literatura e utilizados no LNEC, podem-se destacar três tipos de modelos distintos, dois deles, de tipo Euleriano, já aplicados com bons resultados ao estudo de interacção onda-estrutura, AMAZON (Hu, 2000) e COBRAS-UC (Lara et al., 2006), e outro, de tipo Lagrangiano, em fase de desenvolvimento, SPHysics (SPHysics, Gómez-Gesteira e Dalrymple, 2004).

O modelo SPHysics é baseado num método Lagrangiano onde o fluido é representado através de volumes fluidos, que correspondem conceptualmente a partículas que têm uma massa, uma densidade, uma pressão e uma velocidade definidas. O modelo SPHysics é baseado no conceito *Smoothed Particle Hydrodynamics* (SPH) e permite modelar os escoamentos com superfície livre sem impor condições de fronteira particulares nem realizar nenhum tratamento especial. O método não necessita de malha e só entra no cálculo a parte do espaço ocupado pelo fluido (neste caso, a $_2$ água). Assim, o método SPH apresenta uma grande potencialidade na simulação de escoamentos complexos, como a interacção onda-estrutura e a rebentação, permitindo obter como resultados valores de diferentes grandezas, tais como o campo de velocidades e pressões, etc., mas exige um elevado tempo de execução e alguns cuidados na determinação das condições limites e dos vários parâmetros do modelo. A aplicação do método de partículas à engenharia costeira iniciou-se ainda mais recentemente e apenas há dois anos no Núcleo de Portos e Estruturas Marítimas do Departamento de Hidráulica e Ambiente do LNEC.

Para ilustrar as capacidades do modelo, apresentam-se alguns exemplos de aplicação do modelo, ao estudo do galgamento de estruturas impermeáveis e porosas (figura 1), da interacção de ondas com estruturas deflectoras de ondas (figura 2) e com uma estrutura portuária constituída por um manto de enrocamento e um núcleo de TOT, coberta superiormente por uma laje horizontal (figura 3). Estes exemplos, que englobam uma vasta gama de estruturas costeiras, permitiam verificar que o modelo é

capaz de simular os principais fenómenos que ocorrem na interacção entre ondas e estruturas costeiras. A sensibilidade do modelo com a discretização, ou seja, com o número de partículas, foi também analisada, mostrando-se a necessidade de usar um número de partículas que seja suficiente para obter resultados consistentes e independentes da discretização, tal como acontece nos modelos numéricos baseados no conceito Euleriano, onde a convergência dos resultados é obtida com o refinamento sistemático da malha.

Os desenvolvimentos actuais do modelo tem como objectivo modelar estruturas porosas e acoplar o modelo SPHysics com um modelo de propagação das ondas de forma a permitir simular domínios de cálculo de maior dimensão.

O ATRITO DE FUNDO NO MODELO BOUSS3W. APLICAÇÃO À PRAIA DE FARO.

Liliana V. PINHEIRO

Eng. Civil, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, +351.218443 448, lpinheiro@lnec.pt

Conceição Juana E. FORTES

Eng. Civil, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, +351.218443446, jfortes@lnec.pt

Theo MOURA

Oceanógrafo, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, +351.218443446, tmoura@lnec.pt

Paulo TEIXEIRA

Professor, Universidade Federal do Rio Grande, Escola de Engenharia, Av. Itália, km8, Campus Carreiros, 96201-900 Rio Grande, RS, Brasil
pauloteixeira@furg.br

RESUMO

O modelo BOUSS3W permite simular a propagação de ondas não lineares e dispersivas em zonas abrigadas de profundidade variável e tem em conta os fenómenos de refracção, difracção, empolamento, dispersão em frequência, dispersão em direcção, geração de harmónicas e reflexão. Este modelo resolve as equações de Boussinesq estendidas deduzidas por Nwogu (1993) com termos adicionais para modelar a geração das ondas no interior do domínio, a absorção e reflexão das ondas nas fronteiras e para controlar as oscilações numéricas. É válido desde águas de profundidade intermédia a águas pouco profundas. O modelo usa o método de Galerkin com uma malha não estruturada de elementos finitos para a discretização espacial e foi desenvolvido para aplicações a uma ou duas dimensões (em planta), permitindo obter resultados da elevação da superfície livre e da velocidade horizontal (representativa) em cada ponto do domínio de aplicação.

Existe no modelo uma difusão numérica para controlar as instabilidades numéricas. No entanto, não é tida em conta a dissipação de energia por atrito de fundo. Este fenómeno é particularmente importante em zonas de baixas profundidades. Nesta comunicação descreve-se a implementação da dissipação de energia por atrito de fundo no modelo BOUSS3W e sua validação.

A metodologia utilizada consiste em adicionar um termo de tensão tangencial de fundo à equação de conservação da quantidade de movimento, simulando assim a dissipação de energia causada por uma camada limite turbulenta, seguindo o procedimento adoptado por Nwogu & Demirbilek (2001).

$$F_b = \frac{1}{h+\eta} f_w U_\alpha |U_\alpha| \qquad (1)$$

em que f_w é o factor de atrito de fundo. A equação (4) foi expressa em termos de $U\alpha$ em vez da velocidade no fundo de modo a minimizar o esforço computacional dispendido em determinar esta última.

De modo a validar a nova metodologia para implementação da dissipação da energia devido ao atrito de fundo, o modelo unidimensional BOUSS3W foi aplicado a um caso simples de propagação de ondas regulares sobre um fundo plano, fazendo variar o coeficiente de fricção.

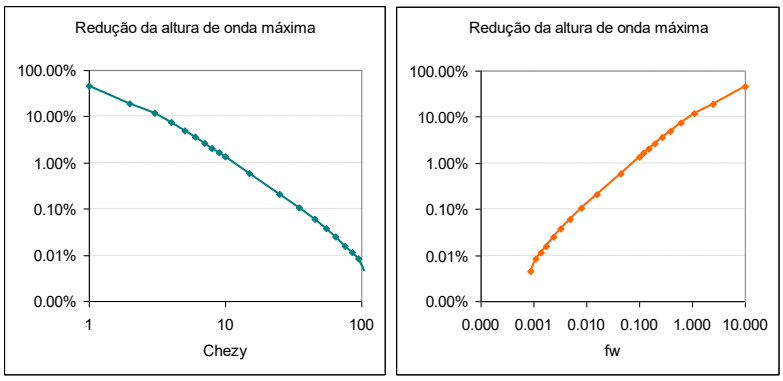


Figura 7. Redução máxima (x≈25m) da altura de onda em função do número de Chezy e do factor de atrito.

No segundo caso de teste pretendeu avaliar-se o desempenho do modelo BOUSS3W na simulação da propagação da agitação marítima na zona da praia de Faro comparando com os resultados obtidos em termos da altura de onda com o modelo COULWAVE, Lynett & Liu (2002), que foi aplicado para as mesmas condições numéricas.

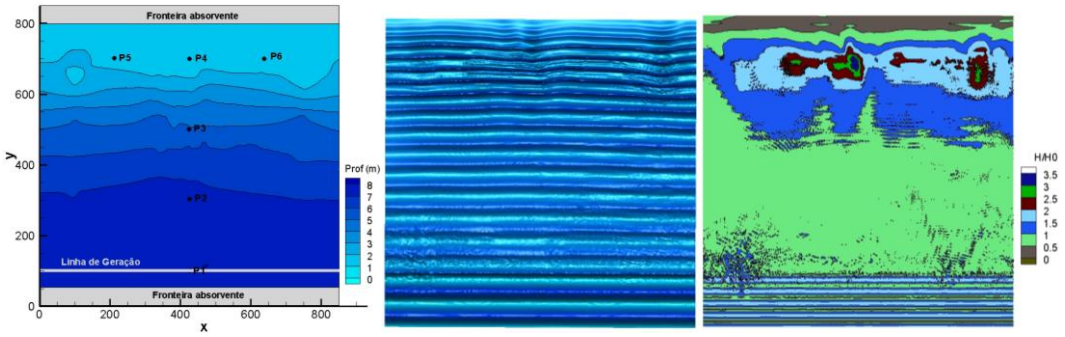


Figura 8 –Domínio de cálculo. Elevação da superfície livre e isolinhas dos índices de agitação no instante t = 200 s de simulação

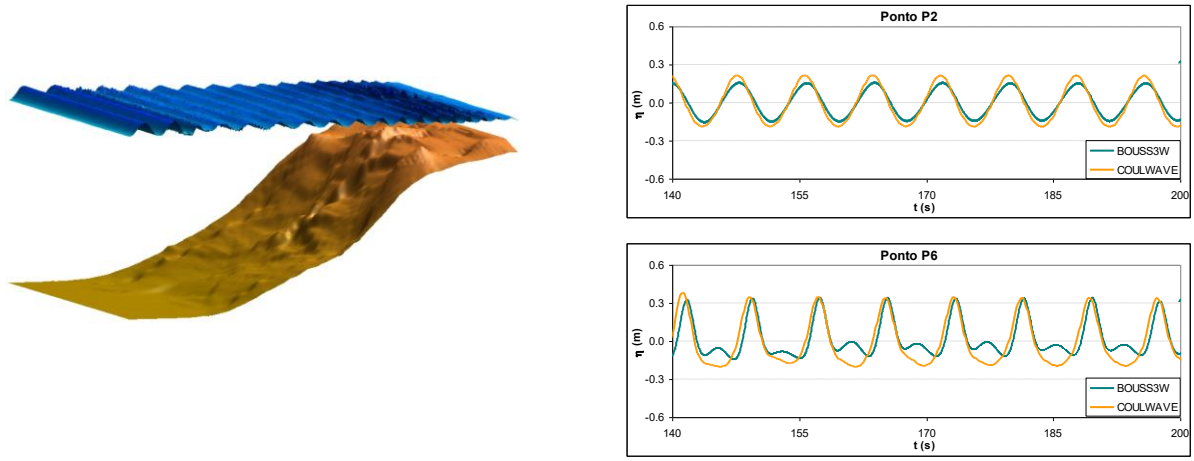


Figura 9 – Elevação da superfície livre: a) vista 3D; b)Nos pontos P2 e P6.

DESENVOLVIMENTOS RECENTES DO SISTEMA GUIOMAR. APLICAÇÃO AO CASO DE SINES

D. R. C. B. NEVES

Físico, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, dneves@lnec.pt

C. J. E. M. FORTES

Eng. Civil, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, jfortes@lnec.pt

R. CAPITÃO

Eng. Civil, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, rcapitao@lnec.pt

A. C. ZÓZIMO

Eng. Ambiente, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, aczozimo@lnec.pt

L. V. PINHEIRO

Eng. Civil, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, lpinheiro@lnec.pt

RESUMO

O conhecimento da agitação marítima e dos principais processos físicos e dinâmicos nas regiões costeiras e portuárias tem uma importância acrescida no correcto planeamento e gestão de intervenções costeiras e na definição de procedimentos adequados em situações de emergência. Para tal, é importante que se simule de forma rigorosa situações reais que permitam a avaliação correcta das intervenções a efectuar para cada caso em estudo. Neste campo, os modelos numéricos de propagação de ondas dão um contributo importante, permitindo, de forma rápida e concisa, e abrangendo domínios relativamente extensos, a simulação de cenários reais. Contudo, a sua aplicação é complexa e requer tempo, quer para a preparação dos dados de entrada, quer para a análise dos resultados obtidos, além de que os modelos numéricos conduzem a grandes quantidades de informação, obrigando a um esforço suplementar de síntese.

As potencialidades dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) são vitais no processo de filtração da enorme quantidade de resultados dos modelos numéricos e de dados existentes, permitindo uma análise espacial e temporal da informação.

Assim, foi criado no LNEC o sistema GUIOMAR *(Geo(graphical) User Interface for cOastal and MARine modeling)*, construído com base no *software* comercial ArcGIS™. O sistema é composto por uma interface, construída em linguagem de programação VBA (*Visual Basic for Applications*), responsável pela ligação entre o *software* SIG e os modelos numéricos de propagação de ondas, e que permite ao utilizador executar os modelos numéricos, efectuar o pré e o pós processamento dos dados e resultados dos modelos e utilizar todas as capacidades do *software* SIG. Mais concretamente, o sistema tem três componentes principais: (i) um *software* comercial de SIG; (ii) uma *interface* responsável pela comunicação entre o utilizador e o sistema; (iii) um conjunto de 6 módulos correspondentes a diferentes modelos de propagação de ondas com diferentes domínios de aplicação.

Nesta comunicação são apresentados os mais recentes desenvolvimentos do sistema GUIIOMAR: (i) o acoplamento dos modelos numéricos SWAN e DREAMS através da interface GUIOMAR; (ii) definição interactiva das características da fronteira do modelo DREAMS. Desta forma, a transferência de informação entre os dois modelos e a definição das características da fronteira do modelo DREAMS são efectuadas de forma automática, reduzindo a possibilidade de ocorrência de erros e facilitando a introdução de dados para os cálculos com o modelo DREAMS.

O método utilizado para testar os novos desenvolvimentos do sistema GUIOMAR foi o cálculo do regime de agitação (regime geral observado, médio e de extremos) em diversos pontos do interior do porto de Sines utilizando os registos da bóia-ondógrafo no período de 1988 a 2002 e recorrendo aos dois modelos numéricos mencionados acima (SWAN e DREAMS) Figura 10.

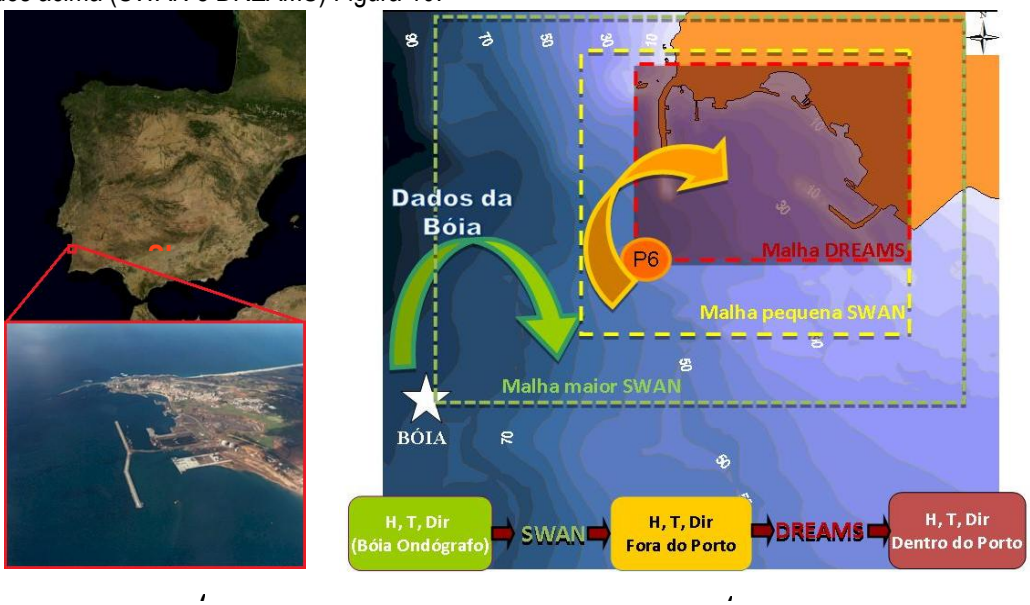


Figura 10 – (a) Porto de Sines; (b) Metodologia para a tranferência do regime de agitação marítima do largo (bóia-ondógrafo) para o interior do porto.

Os resultados mostram a rotação significativa das direcções de onda em torno dos molhes Oeste e Leste e a diminuição das alturas de onda para as zonas mais abrigadas, Figura 11.

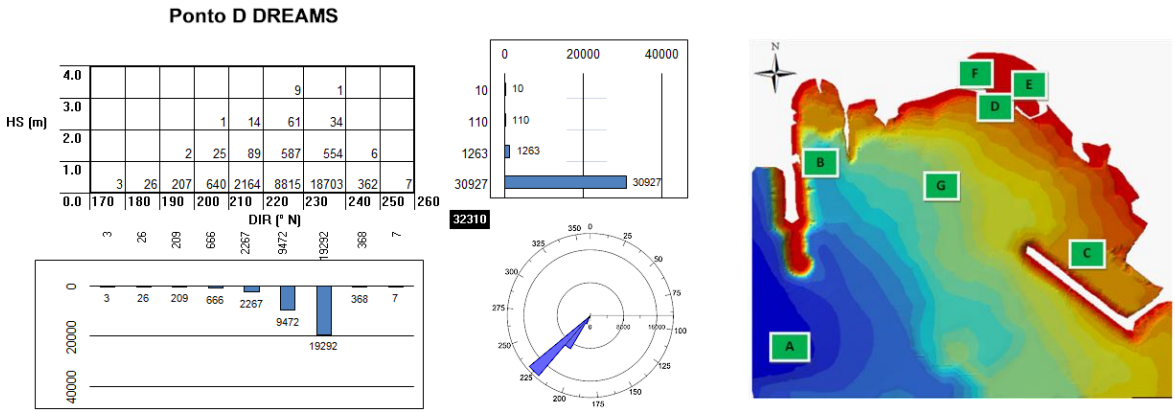


Figura 11 – (a) Regime geral no ponto D: Histograma geral conjunto (*HS*, *DIR*) das ocorrências e respectivas distribuições marginais e rosa de direcções; (b) localização dos pontos em estudo no interior do porto de Sines.

O trabalho desenvolvido veio confirmar as vantagens da utilização do sistema GUIOMAR no suporte à tomada de decisão em problemas e intervenções portuárias e costeiras.

SIMULAÇÃO DA PROPAGAÇÃO DE ONDAS SOBRE UM RECIFE ARTIFICIAL

Modelação numérica com o modelo de Boussinesq COULWAVE

Ana MENDONÇA

Engª do Ambiente, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. do Brasil, 101; 1700 LISBOA, amendonca@lnec.pt

Conceição Juana FORTES

Engª Civil, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. do Brasil, 101; 1700 LISBOA, jfortes@lnec.pt

Rui CAPITÃO

Engº Civil, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. do Brasil, 101; 1700 LISBOA, rcapitao@lnec.pt

Maria da Graça NEVES

Engª Civil, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. do Brasil, 101; 1700 LISBOA, gneves@lnec.pt

José Simão ANTUNES DO CARMO

Engº Civil, IMAR/UC, FCTUC, Departamento de Engenharia Civil, 3000 Coimbra, Portugal, jsacarmo@dec.uc.pt

RESUMO

A construção de um emissário submarino na zona marítima adjacente à praia de Leirosa, Portugal, afectou profundamente a continuidade do sistema dunar existente, pelo que foi inicialmente adoptada uma solução provisória que consistiu na protecção frontal das dunas, numa primeira fase com contentores de material geotêxtil preenchidos com areia (geocontentores) e, numa segunda fase, com tubos igualmente de material geotêxtil (geotubos). Pretende-se agora estudar a viabilidade da construção de um recife artificial que funcione como obra de protecção do sistema dunar e que, adicionalmente, melhore as condições locais para a prática de *surf*.

O artigo descreve a aplicação do modelo não-linear de Boussinesq COULWAVE na simulação da propagação de ondas sobre um recife artificial a ser implantado na referida região da praia de Leirosa. Mais concretamente, o objectivo do trabalho é analisar o funcionamento hidrodinâmico do recife para diferentes condições de agitação marítima incidente.

Assim, com base em dados de agitação medidos na zona em estudo, é definido um conjunto de estados de agitação mais frequentes e são efectuadas simulações numéricas para as situações sem e com o recife artificial implementado. É testada uma solução de geometria triangular para o recife. A comparação dos resultados do modelo numérico para ambas as situações (sem e com recife), em termos de alturas de onda, linha de rebentação e ângulo de rebentação, permite avaliar a influência desta solução de recife nas condições hidrodinâmicas de agitação marítima em torno do recife e permite também avaliar as condições locais para a prática de *surf*.

Palavras-Chave: Recifes artificiais, Surf, Modelação numérica, COULWAVE, Rebentação

INTRODUÇÃO

Pretende-se implantar um recife a Sul da Leirosa, Portugal, ao longo do trecho particularmente vulnerável mostrado na Figura 12a. Nesta comunicação, com base em simulações numéricas, apresenta-se o estudo da hidrodinâmica em torno desse recife artificial. O recife tem geometria triangular e as suas características foram definidas em TEN VOORDE *et al.* (2008), Figura 1b. A funcionalidade do recife é analisada com base nos valores dos parâmetros de *surfabilidade* que se relacionam com um dos objectivos de recife – criar condições favoráveis à prática de *surf*.

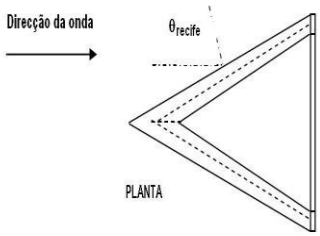
a) b) 

Figura 12. a) Vista aérea do troço da duna, na praia de Leirosa, que foi parcialmente reabilitado, b) Geometria de base do recife artificial utilizada no estudo

Assim, primeiramente definiram-se as condições de agitação marítima incidente mais frequentes com base nas medições efectuadas na bóia-ondógrafo da Leirosa. Seguidamente, para algumas destas condições e para a situação sem e com recife, efectuaram-se simulações numéricas com o modelo não linear de Boussinesq COULWAVE (Lynett e Liu, 2002). Obtiveram-se, assim, na zona em estudo, entre outros, os valores da altura de onda significativa e a posição da linha de rebentação. Com esses resultados, foi possível determinar os parâmetros de surfabilidade (ângulo de rebentação e tipo de rebentação).

Análise dos resultados e Conclusões

Os resultados do modelo para os casos testados, no que se refere aos parâmetros de *surfabilidade* prevêem uma rebentação do tipo mergulhante e um valor do ângulo de rebentação ao longo da linha de rebentação entre 50º a 60º (Figura 13). Estes resultados indicam que o recife induz boas condições para a prática de *surf*.

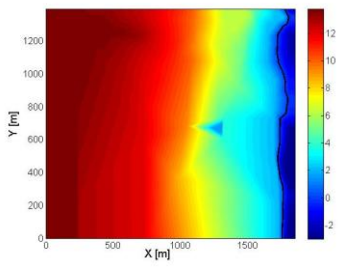
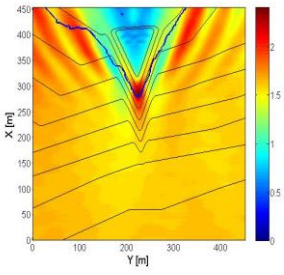
a)  b) 

Figura 13. a) **Domínio de cálculo e batimetria, b)** Representação das alturas de onda e da linha de rebentação na zona do recife artificial, NM, T=8.0 s, H=2.0 m.

METODOLOGIAS DE AQUISIÇÃO E ANÁLISE DA AGITAÇÃO MARÍTIMA NA PRAIA DA AMOREIRA

Rui CAPITÃO

Eng. Civil, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, +351 21 844 34 51, rcapitao@lnec.pt

Conceição J. E. M. FORTES

Eng. Civil, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, +351 21 844 34 46, jfortes@lnec.pt

Martha GUERREIRO

Bolseira FCT, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, +351 21 844 37 56, mguerreiro@lnec.pt

RESUMO

Está actualmente em curso o projecto MADyCOS, cujo objectivo é melhorar a compreensão da hidrodinâmica, morfodinâmica e contaminação fecal de ribeiras costeiras intermitentes, através de um estudo interdisciplinar que integra três metodologias distintas, mas complementares: aquisição de dados de campo, investigação laboratorial e modelação numérica. Os seus resultados permitirão avaliar a importância relativa dos vários forçamentos na morfologia do sistema da ribeira de Aljezur, em estudo na Praia da Amoreira, e respectivo impacto na qualidade da água das ribeiras costeiras. A ribeira de Aljezur situa-se no extremo sul da praia da Amoreira, localizada no Parque Natural do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina (Figura 14).

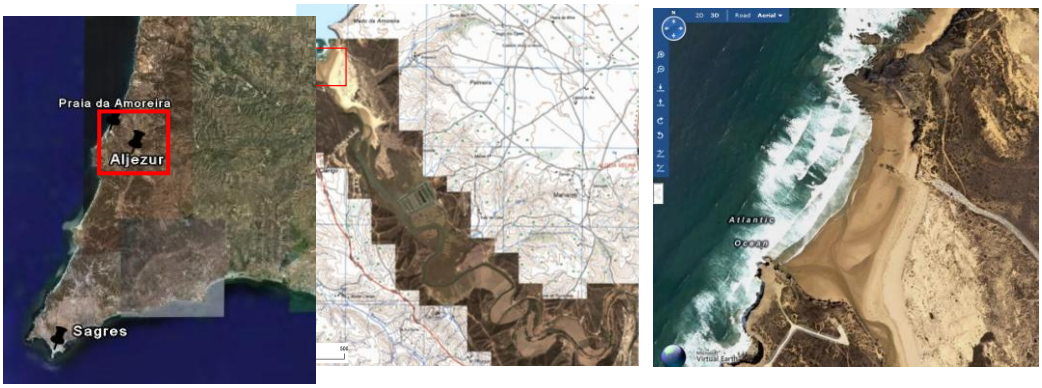


Figura 14 – Localização da área de estudo, à esquerda; Pormenor da área de estudo, com a ribeira de Aljezur, ao centro; Praia da Amoreira, à direita (Google Earth© e Virtual Earth©).

Para caracterizar a hidrodinâmica do sistema e o seu impacto na evolução de fundos e nas trocas de água na região em estudo, é necessário avaliar a agitação marítima local. Essa avaliação foi feita recorrendo a medições in-situ. Foram, até à data, realizadas pelo LNEC quatro campanhas de campo, nas quais em três houve medições da elevação da superfície livre (entre outros), com sensores de pressão, em diferentes locais da embocadura da ribeira e ao longo da praia da Amoreira.

Para o tratamento dos registos obtidos (funções discretas do tempo representando a elevação da superfície da água num dado ponto de medição), foram empregues dois tipos de análise: a

análise temporal e a análise espectral Para os dois tipos de análise, foram desenvolvidos programas de cálculo para o tratamento automático dos registos. A análise temporal dos registos foi efectuada com recurso aos programas PRE-REGISTOS e REGISTOS, desenvolvidos em FORTRAN para o efeito, Fortes e Capitão (2009). A análise espectral dos registos foi efectuada com recurso ao módulo 7, de Análise Espectral, do software SAM (Capitão, 2002).

Na Figura 15 e na Figura 16 apresentam-se os valores da altura de onda significativa (HS, da análise temporal, e HM0, da análise espectral) e do período de médio (Tmed, da análise temporal, e TZ, da análise espectral) obtidos na campanha 3, na posição P11, com o sensor de pressão "Infinity".

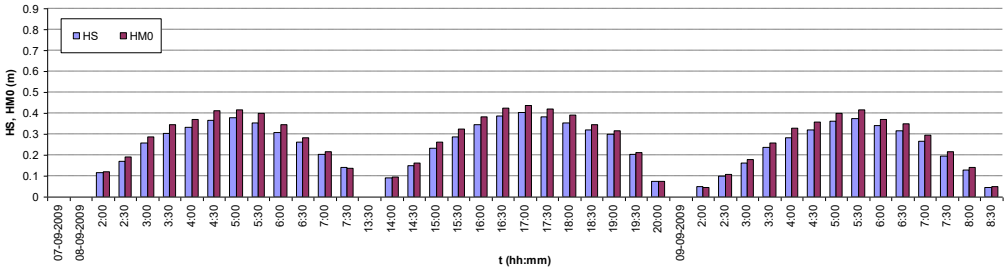


Figura 15 – Campanha 3 – 7 a 9 de Setembro de 2009. Comparação dos valores de altura de onda significativa (HS e HM0) obtidos na análise temporal e espectral na posição P11.

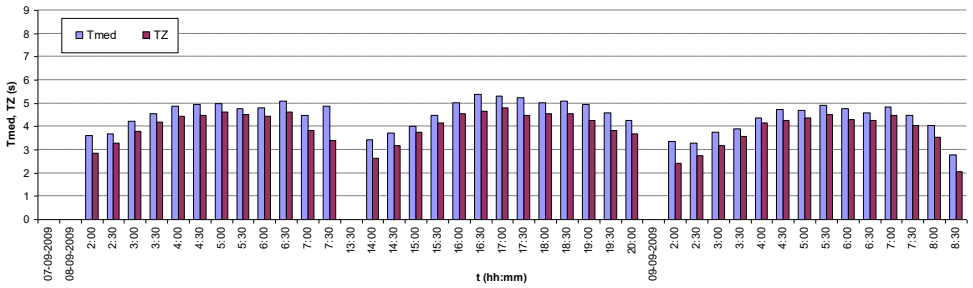


Figura 16 – Campanha 3 – 7 a 9 de Setembro de 2009. Comparação dos valores do período médio (Tmed e TZ) obtidos na análise temporal e espectral para a posição P11.

Dos resultados obtidos neste trabalho, destacam-se as seguintes conclusões:

- Em qualquer das campanhas e para qualquer dos instrumentos de medição, o andamento dos valores de HS e HM0 é muito semelhante e a ordem de grandeza dos valores é também muito idêntica;
- Nas campanhas 2 e 3, o andamento dos valores de Tmed e TZ é semelhante ao contrário do que se passa na campanha 0.

Considerando os dados produzidos no âmbito das três campanhas de recolha de dados, pode-se concluir que, para o cálculo das alturas de onda, qualquer das análises efectuadas pode ser utilizada. O mesmo não se passa em relação aos períodos, já que com a análise espectral se obtiveram valores para este parâmetro significativamente mais baixos do que para a análise temporal.

Notar, finalmente, que os resultados apresentados neste trabalho não permitem o estabelecimento de um regime de agitação marítima, mas servem como indicação do tipo de agitação marítima observável no local de estudo e, principalmente, para validação de modelos numéricos, razão fundamental para que este trabalho se efectuasse.

BIBLIOGRAFIA

CAPITÃO, R. (2002). Modelação estocástica numérica e física da agitação marítima, Tese de doutoramento em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, Lisboa.

FORTES, C.J., CAPITÃO, R. (2009) – Programas PRE-REGISTOS e REGISTOS. Relatório 01/2009. LNEC.

SESSÃO 12

4.ª feira, dia 24 de Março

09:00 – 11:00

SALA CABO VERDE

SERVIÇOS DE ÁGUA E SANEAMENTO

USO EFICIENTE DA ÁGUA

RESIDENTIAL WATER DEMAND IN PORTUGAL: CHECKING FOR EFFICIENCY-BASED JUSTIFICATIONS FOR INCREASING BLOCK TARIFFS

Henrique MONTEIRO

Departamento de Economia, UNIDE e DINÂMIA, ISCTE- Instituto Universitário de Lisboa, Av. das Forças Armadas, 1649-026, Lisboa, +351 21 790 34 96, henrique.monteiro@iscte.pt

ABSTRACT

The increasing popularity of increasing block tariffs (IBT) for water is reflected in Portugal by a virtually universal implementation for residential use. IBT are often supported as a good tool for achieving the goals of equity, water conservation and revenue neutrality but seldom have they been grounded on efficiency justifications. We test the conditions for IBT to be a second-best pricing practice under water scarcity and budget balancing constraints, when consumers are heterogeneous and the fixed charge is only allowed to cover fixed costs. Because, in these conditions, the choice of tariff schedule design is dependent on the price-elasticity of demand and the way it varies with consumption levels, we estimate the Portuguese residential water demand and show that the resulting recommended tariff schedule hinges crucially on the choice of functional form. After the proper specification test, a choice between a semilogarithmic lin-log and a double-log specifications is left undecided, which does not prove the superiority of IBT, but also does not enable its dismissal. Besides the usual determinants found in the prolific residential water demand estimation literature we find that the proportion of seasonally inhabited dwellings and a reduced water quality on delivery can have a significant negative influence on the amount of water households consume.

Keywords: choice of functional form; increasing block tariffs; residential water demand; water pricing; water quality.

EFICIÊNCIA HÍDRICA EM EDIFÍCIOS. SITUAÇÃO E PERSPECTIVAS EM PORTUGAL

Armando SILVA-AFONSO

Professor, Universidade de Aveiro/GEOBIOTEC, Campus Universitário de Santiago, 3810-193, Aveiro, +351.234370049,silva.afonso@ua.pt

Carla PIMENTEL-RODRIGUES

Mestre em Engenharia Civil, Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais (ANQIP), Av. Fernão de Magalhães 151 4ºB, 3000-176, Coimbra, +351 913666922, anqip@civil.ua.pt

RESUMO

A água tem-se tornado um recurso da maior importância. Devido não só ao crescimento demográfico mas, fundamentalmente, ao desenvolvimento económico e ao nosso estilo de vida, a água potável é hoje um recurso escasso que, de bem comunitário e patrimonial, se transformou ao longo das últimas décadas em bem económico.

As alterações climáticas têm agravado este cenário e prevê-se que em alguns países, como Portugal, a previsível redução da precipitação ou a alteração do seu regime possam a curto/médio prazo criar graves situações de crise.

Em Portugal, a necessidade de um uso eficiente da água foi já reconhecida com prioridade nacional, através da publicação do Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA). Neste Programa, estima-se que as ineficiências totais no uso da água em Portugal, nos diversos sectores, totalizem 3100 milhões de m3 por ano, representando aproximadamente 0,64% do Produto Interno Bruto português. Cerca de metade deste valor é atribuído a ineficiências no abastecimento urbano (sistemas públicos e prediais).

Em relação à eficiência hídrica dos edifícios, é apropriado definir um Princípio dos 5R, dado que, para além da Redução dos consumos, da Redução das perdas, da Reutilização da água e da sua Reciclagem, é importante considerar também, numa perspectiva de sustentabilidade, o Recurso a origens alternativas.

Na presente comunicação é feita uma reflexão sobre a situação actual e as perspectivas de evolução neste domínio em Portugal, referindo algumas experiências inovadoras actualmente em curso e salientando a necessidade de repensar o actual paradigma do ciclo predial da água.

Palavras-chave: eficiência hídrica; ciclo predial da água; sustentabilidade.

OPTIMIZAÇÃO ENERGÉTICA NO DIMENSIONAMENTO DE SISTEMAS ELEVATÓRIOS DE ÁGUAS RESIDUAIS

Pedro LEITE

Eng. Civil, Smartive, Lda, Rua António Arroio 46, 4150-071, Porto, pedro.leite@smartive.net

Eduardo VIVAS

Eng. Civil, Smartive, Lda, Rua António Arroio 46, 4150-071, Porto, eduardo.vivas@smartive.net

Paulo MONTEIRO

Professor Auxiliar FEUP, Rua Dr. Roberto Frias s/n, 4200 – 465, Porto, psm@fe.up.pt

Luís TENTÚGAL VALENTE

Eng. Civil, Noraqua, Lda, Rua de Monte Cativo 313, 4050 – 402, Porto, luisvalente@noraqua.pt

RESUMO

Em sistemas elevatórios de águas residuais, caracterizados por variação relevante do caudal afluente, o consumo de energia dependerá da capacidade de adaptação do sistema às necessidades de bombagem.

No paradigma actual, a base de dimensionamento é focada no investimento inicial e na capacidade máxima de bombagem do sistema, desprezando o comportamento diário do sistema e os encargos energéticos. Assim, um dimensionamento focado na optimização energética, promovendo a simulação do comportamento diário do sistema e comparação de alternativas segundo os custos totais do ciclo de vida, resultará numa optimização das soluções e consequente diminuição dos custos energéticos.

Para análise do comportamento energético destes sistemas é apresentada uma metodologia de avaliação e dimensionamento global, assente numa ferramenta informática, abrangente e flexível, que permite a simulação do sistema, face a diversos cenários de caudais afluentes e de configuração do mesmo. Várias opções podem ser consideradas, tais como o escalonamento da capacidade de bombeamento, por recurso a vários conjuntos de grupos electrobomba, para resposta mais eficaz a variações significativas de caudal afluente, ou a instalação de grupos de pequena capacidade para bombeamento em períodos de afluência reduzida. Estas soluções poderão levar a reduções significativas de perdas de carga e à optimização global dos pontos de funcionamento.

No presente trabalho demonstra-se como essa optimização pode conduzir a reduções significativas dos custos de energia no ciclo de vida dos sistemas (cerca de 30%), com consequente diminuição das emissões de gases de efeitos de estufa associadas e com baixos custos de investimento inicial.

Palavras chave: Eficiência energética, metodologia de avaliação, custos de ciclo de vida.

ESTIMATION OF A COST FUNCTION FOR THE PORTUGUESE WATER AND WASTEWATER INDUSTRY

Henrique MONTEIRO

Departamento de Economia, UNIDE e DINÂMIA, ISCTE- Instituto Universitário de Lisboa, Av. das Forças Armadas, 1649-026, Lisboa, +351 21 790 34 96, henrique.monteiro@iscte.pt

ABSTRACT

In this paper we assess the cost structure of the Portuguese water industry at the retail level, testing the existence of economies of scale and scope, at a time when public water infrastructure investments policies in Portugal seem to be most concerned with seizing these types of cost economies. Our results differ from previous research for the Portuguese water industry in that for the sample average we find diseconomies of scale water supply and wastewater drainage and treatment activities (even with evidence of economies of output density for the sample average). Our results are also contrasting in that economies of scale are found to increase with the size of the utility, except for wastewater collection.

Diseconomies of scope are found for the combined activities of water supply and wastewater drainage and treatment, but the situation improves with the utility size and for utilities larger than three times the sample average economies of scope do exist.

Keywords: water and wastewater utilities; multi-product cost function; economies of output density; economies of scale; economies of scope.

MODELO OPTISM – UM MODELO PARA A GESTÃO OPTIMIZADA DE SISTEMAS REGIONAIS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

João VIEIRA

Assistente, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Coimbra, Pólo II, 3030-788 Coimbra, jvieira@dec.uc.pt

Maria da Conceição CUNHA

Professora Associada com Agregação, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Coimbra, Pólo II, 3030-788 Coimbra, mccunha@dec.uc.pt

Luís NUNES

Professor Auxiliar, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, 8005-139 Faro, lnunes@ualg.pt

José Paulo MONTEIRO

Professor Auxiliar, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, 8005-139 Faro, jpmontei@ualg.pt

Luís RIBEIRO

Professor Auxiliar com Agregação, CVRM-Centro de Geo-Sistemas, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1049-001 Lisboa, luis.ribeiro@ist.utl.pt

Tibor STIGTER

Investigador, CVRM-Centro de Geo-Sistemas, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1049-001 Lisboa, tibor.stigter@ist.utl.pt

João NASCIMENTO

Investigador, CVRM-Centro de Geo-Sistemas, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1049-001 Lisboa, jnascimento@ist.utl.pt

Helena LUCAS

Directora de Operações-Água, Águas do Algarve S.A., Rua do Repouso nº10, 8000-302 Faro, h.lucas@aguasdoalgarve.pt

RESUMO

Nesta comunicação é apresentado o modelo OPTISM, um modelo de optimização que foi desenvolvido para optimizar a operação de sistemas regionais de abastecimento de água com origens superficiais e origens subterrâneas. Este modelo pretende contribuir para a resolução de problemas em que esteja em causa a satisfação da procura nos pontos de entrega do sistema, a prestação de um serviço em exclusividade e com o fornecimento de água com a qualidade adequada e a redução dos custos de operação. É um modelo de optimização determinístico em que com a respectiva resolução se minimiza o valor de uma função objectivo sujeita a um conjunto de restrições. Para além de incluir uma representação pormenorizada do armazenamento de água em albufeiras e do escoamento de água em aquíferos, o modelo considera explicitamente a qualidade da água como um factor de decisão. Em situações normais, a operação dos sistemas é optimizada para diminuir os custos de operação, garantir uma satisfação total da procura, fornecer água com a qualidade adequada e evitar o recurso a captações de emergência. Em situações de contingência, as soluções sugeridas pela resolução do modelo reflectem uma hierarquização de objectivos, de acordo com a visão da entidade

gestora sobre a sua intervenção sobre os sistemas. As decisões sugeridas pela resolução do modelo são baseadas numa discretização mensal, e incluem os volumes de água a captar de cada origem, os volumes tratados em cada estação de tratamento de água ou bombeados em estações elevatórias e os volumes de água disponibilizados a cada ponto entrega do sistema (Figura 17).

Na aplicação do modelo OPTISM ao sistema multimunicipal de abastecimento de água do Algarve é privilegiada, em situações de menor disponibilidade de água, a satisfação da procura dos pontos de entrega, em detrimento do fornecimento de água com os níveis de mistura (águas superficial vs. água subterrânea) mais adequados e da não activação das captações de emergência. Os resultados mostram um sistema vulnerável a períodos de seca, pelo menos enquanto não estiver disponível a albufeira de Odelouca. Conclui-se ainda que uma gestão integrada e interanual da água potencia o uso conjunto das várias origens disponíveis, permitindo assim minimizar situações críticas de disponibilidade de água.

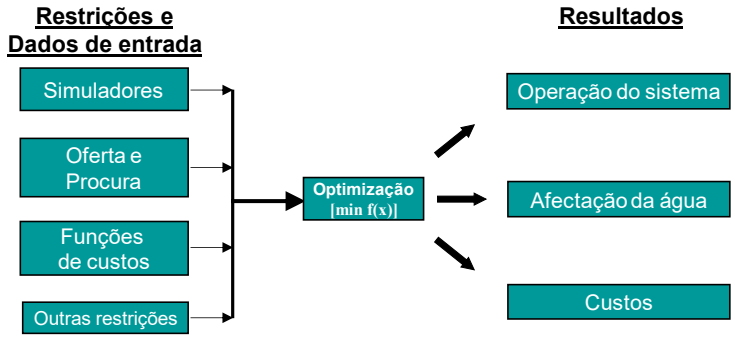


Figura 17 – Representação esquemática de resolução do modelo OPTISM

Palavras-Chave: Recursos hídricos, Gestão da Água, Modelos de optimização.

ANÁLISE DE CONDIÇÕES DE FRONTEIRA INTERNAS EM MODELOS BASEADOS NO CONCEITO “DUAL DRAINAGE”

Jorge LEANDRO

Prof. Auxiliar Conv., Departamento de Engenharia Civil, FCTUC, Rua Luís Reis Santos - Pólo II Universidade de Coimbra, 3030-788, leandro@dec.uc.pt

José M. ABREU

Prof. Auxiliar, Departamento de Engenharia Civil, FCTUC, Rua Luís Reis Santos - Pólo II Universidade de Coimbra, 3030-788, jabreu@dec.uc.pt

João P. LIMA

Prof. Catedrático, Departamento de Engenharia Civil, FCTUC, Rua Luís Reis Santos - Pólo II Universidade de Coimbra, 3030-788, plima@dec.cu.pt

Rita F. CARVALHO

Prof. Auxiliar, Departamento de Engenharia Civil, FCTUC, Rua Luís Reis Santos - Pólo II Universidade de Coimbra, 3030-788, ritalmfc@dec.uc.pt

Slobodan DJORDJEVIC

Ass. Prof, CWS, School of Engineering, Computing and Mathematics, University of Exeter, North Park Road, EX4 4QF Exeter, U.K, S.Djordjevic@ex.ac.uk

RESUMO

Com a introdução do SWMM em 1971, a modelação das cheias urbanas passou a dispor de uma ferramenta capaz de reproduzir as interacções existentes entre os colectores e a superfície, ou seja, capaz de aplicar o conceito “dual drainage”. Desde então, o SWMM e outros softwares similares uni-dimensionais (1D) têm sido utilizados para descrever o escoamento superficial e o escoamento nos colectores (modelos designados por 1D/1D acoplados), ou utilizados para simular o escoamento nos colectores quando acoplados a modelos bi-dimensionais (2D) que permitem a simulação do escoamento superficial (modelos designados por 1D/2D acoplados).

No presente artigo são abordadas questões relacionadas com a modelação numérica de duas condições de fronteira internas utilizadas nos modelos acoplados. A primeira corresponde à modelação da fronteira que permite a conexão do escoamento à superfície com o escoamento no interior dos colectores (modelo de conexão), assunto que nos últimos anos tem tido alguns desenvolvimentos analíticos e numéricos, embora sem validação experimental. A segunda condição de fronteira corresponde à forma como no escoamento dos colectores se simula a respectiva ligação às caixas de visita. Dada a inexistência de trabalho experimental, o reflexo nos modelos numéricos dos estudos efectuados neste domínio é praticamente nulo, podendo afirmar-se que as hipóteses iniciais efectuadas em 1971 permanecem basicamente inalteradas. Os resultados numéricos obtidos neste artigo reforçam esta necessidade de validação experimental. Este é um dos principais objectivos de um recente projecto de investigação financiado pela FCT. Apresenta-se uma imagem 3-D da instalação experimental a construir no âmbito do referido projecto

PALAVRAS CHAVE: Hidráulica urbana, cheias urbanas, "dual drainage", condições de fronteira.

EPANET DE ALTO DESEMPENHO

Proposta de uma abordagem de cálculo multi-núcleo

João Manuel S. F. MURANHO

Mestre em Tecnologias e Sistemas de Informação, IMAR- Instituto do Mar, Departamento de Zoologia, F.C.T. Universidade de Coimbra, 3004-517 Coimbra – Portugal, +351 239 836 386, muranho@mail.telepac.pt

Ana Maria S. FERREIRA

Mestre em Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente, Departamento de Engenharia Civil, Escola Superior de Tecnologia, Instituto Politécnico de Castelo Branco, Avenida do Empresário, 6000-767 Castelo Branco – Portugal, +351 272 339 300, amferreira@ipcb.pt

Abel João P. GOMES

Doutor em Eng.ª Informática, Departamento de Informática, Universidade da Beira Interior, Rua Marquês d'Ávila e Bolama, 6200-001 Covilhã – Portugal, +351 275 319 891, agomes@di.ubi.pt

José Alfeu A. SÁ MARQUES

Doutor em Eng.ª Civil; Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Coimbra, Pinhal de Marrocos (Pólo 2), 3030-788 Coimbra – Portugal, +351 239 797 100, jasm@dec.uc.pt

RESUMO

A simulação é desde há muito tempo usada como ferramenta para prever o comportamento dos sistemas de abastecimento de água quando sujeitos a diferentes níveis de carga e/ou regras de operação. Quantos mais elementos forem incluídos nos modelos dos sistemas de abastecimento, mais tempo de computação é necessário para a obtenção dos resultados numéricos da simulação. Actualmente assiste-se a uma crescente utilização dos modelos dos sistemas de abastecimento de água em domínios que vão para além da análise da satisfação de níveis de serviço, tais como, estudos da qualidade da água, estudos epidemiológicos, identificação de origens de contaminação, localização de estações de recloragem, etc.. Estes "novos" domínios de aplicação necessitam de modelos mais completos, os quais exigem mais poder computacional.

A introdução de arquitecturas multi-núcleo (*multi-core* CPU e GPU) nos computadores *desktop*, colocaram, praticamente sem custos adicionais, um elevado poder de cálculo ao dispor dos utilizadores. No entanto, estas evoluções tecnológicas exigem a adaptação do *software* existente para que se obtenha um benefício real com as novas capacidades de processamento paralelo.

A simulação de sistemas de abastecimento de água com muitos elementos é uma tarefa exigente do ponto de vista computacional. Deste modo são bem-vindas as melhorias de desempenho proporcionadas pelos avanços tecnológicos a nível do *hardware*, mas são igualmente bem-vindos os avanços tecnológicos que potenciam o *software* a explorar melhor o *hardware* tendo em vista um aumento do desempenho global dos meios computacionais. Esta necessidade de capturar todos os possíveis ganhos de performance torna-se ainda mais importante quando é necessário realizar vários milhares/milhões de simulações, como por exemplo na aplicação de algoritmos genéticos em processos de calibração de sistemas de abastecimento de água.

O EPANET é um *software* de domínio público que permite efectuar a modelação hidráulica de sistemas de abastecimento de água sob pressão durante um determinado período de funcionamento. O comportamento do sistema é determinado através de uma sequência de soluções de equilíbrio hidráulico obtidas para sucessivos instantes, usando como condições iniciais a solução obtida no instante anterior.

A Figura 1 apresenta um fluxograma ilustrando o modo de funcionamento do EPANET. O programa começa por arbitrar uma distribuição inicial de caudais. Em cada passo do tempo obtém novas cotas piezométricas (através da resolução de um sistema de equações lineares, Ax = b, onde A é a matriz Jacobiana) e a partir destas obtém os novos caudais. Após a obtenção da carga dos nós é necessário proceder à actualização do estado da rede garantindo o equilíbrio hidráulico.

Da linearização das equações que descrevem a rede do sistema de abastecimento de água do ponto de vista hidráulico (leis da conservação da massa e da energia) resulta um sistema de equações lineares cuja matriz de coeficientes é esparsa, simétrica e definida positiva. O EPANET resolve este sistema de equações (em destaque na Figura 1(B)) usando um método directo (baseado na factorização de Cholesky).

Neste trabalho estudam-se diferentes formas de resolução do sistema de equações lineares usando diferentes formatos para o armazenamento da matriz de coeficientes, tirando partido do paralelismo proporcionado pelas placas gráficas (GPUs) de última geração. Os resultados são analisados para modelos de abastecimento de água de diferentes dimensões.

SESSÃO 13

4.ª Feira, dia 24 de Março

11:15 – 13:15

SALA BRASIL

PROTECÇÃO E QUALIDADE DA ÁGUA E DOS ECOSSISTEMAS

NOVOS CONHECIMENTOS E INOVAÇÃO NO SECTOR DA ÁGUA

A QUALIDADE DAS BASES DE DADOS COMO FACTOR CRUCIAL EM ESTUDOS AMBIENTAIS: CONDIÇÕES DE REFERÊNCIA E TIPOLOGIA COM BASE PISCÍCOLA PARA RIOS PORTUGUESES

João M. OLIVEIRA

Doutor, CITAB - Centro de Investigação e de Tecnologias Agro-Ambientais e Biológicas, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Quinta de Prados 5000-911 Vila Real, e-mail: jmoliveira@utad.pt

Rui CORTES

Professor Catedrático, CITAB - Centro de Investigação e de Tecnologias Agro-Ambientais e Biológicas, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Quinta de Prados 5000-911 Vila Real, e-mail: rcortes@utad.pt

Amílcar TEIXEIRA

Professor Adjunto, CIMO - Centro de Investigação de Montanha, Escola Superior Agrária - Instituto Politécnico de Bragança, Campus de Santa Apolónia - Apartado 1172, 5301-855 Bragança, e-mail: amilt@ipb.pt

José M. SANTOS

Doutor, CEF - Centro de Estudos Florestais, Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, e-mail: jmsantos@isa.utl.pt

Paulo J. PINHEIRO

Mestre, CEF - Centro de Estudos Florestais, Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, e-mail: pjpinheiro@isa.utl.pt

Maria T. FERREIRA

Professora Associada com Agregação, CEF - Centro de Estudos Florestais, Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, e-mail: terferreira@isa.utl.pt

Jorge BOCHECHAS

Mestre, Autoridade Florestal Nacional, Divisão de Caça e Pesca, Av. João Crisóstomo, 26-28, 1069-040 Lisboa, e-mail: jorge.bochechas@afn.min-agricultura.pt

João FERREIRA

Biólogo, Instituto da Água, I.P., Divisão de Administração das Utilizações, Av. Almirante Gago Coutinho, 30, 1049-066 Lisboa, e-mail: joao.ferreira@inag.pt

João PÁDUA

Mestre, Instituto da Água, I.P., Divisão de Administração das Utilizações, Av. Almirante Gago Coutinho, 30, 1049-066 Lisboa, e-mail: padua@inag.pt

RESUMO

Com base num conjunto superior a 1000 amostragens piscícolas em rios portugueses (troços vadeáveis) realizadas por diversas entidades nacionais nos últimos 10 anos, seleccionou-se um grupo de 459 locais que cumprem critérios de normalização de amostragem, procedimentos no terreno, e acuidade nas identificações taxonómicas. Estes locais representam a diversidade de condições naturais e de impactos humanos em Portugal Continental. Para caracterizar a magnitude e tipo de perturbação humana em cada local foram aplicadas 15 variáveis de pressão – ao nível do troço, segmento e bacia – classificadas de acordo com o desvio às condições

naturais (de 1 para ausência de desvio, até 5 para forte degradação). Este passo envolveu um longo período de trabalho e baseou-se na análise de várias fontes de informação geográfica e documental, em inquéritos e no conhecimento do terreno. Durante as fases de selecção de locais e construção das bases de dados ambientais e biológicas, toda a informação foi sujeita a procedimentos de controle de qualidade de dados. É proposta uma metodologia para a selecção de sítios de referência; desta forma, foram incluídos neste grupo os locais com pontuação 1 ou 2 em, pelo menos, 80% das variáveis, permitindo a classificação 3 em 20% (três variáveis), excepto para a variável "abundância de indivíduos exóticos", que obrigatoriamente correspondeu à pontuação 1 ou 2. Uma abordagem estatística multivariada suportou os dois passos seguintes: a definição da tipologia com base nas ictiocomunidades e a alocação de todos os locais num tipo. Utilizando os sítios de referência, e com base na classificação de grupos funcionais piscícolas, foram estabelecidos 6 tipos (t.): t. salmonícola da região norte; t. transição salmonícola-ciprinícola da região norte; t. ciprinícola de pequena dimensão das regiões norte interior e sul; t. ciprinícola de média dimensão da região norte; t. ciprinícola de média dimensão da região sul e t. ciprinícola da região norte litoral. A análise discriminante múltipla (ADM) suportou a tipologia piscícola, alocando correctamente 71 a 93% dos locais para os seis grupos; temperatura média em Julho, área de drenagem, altitude, precipitação média anual e uma variável categórica de enquadramento geográfico foram as variáveis retidas pelo modelo final. A ADM evidenciou elevada robustez ao classificar a maioria dos locais de não referência num dos tipos da respectiva região geográfica e ao detectar variações longitudinais das comunidades piscícolas ao longo de vários rios.

Palavras-chave: tipos piscícolas, grupos funcionais, Directiva-Quadro da Água, qualidade dos dados, estatística multivariada.

UM EXEMPLO DUM PROGRAMA DE REQUALIFICAÇÃO FLUVIAL INTEGRADA: O CASO DA RIBEIRA DE ODELOUCA (BACIA DO ARADE)

Rui M. V. CORTES

Professor Catedrático, Centro de Investigação em Tecnologias Agro-ambientais e Biológicas (CITAB), UTAD, Quinta de Prados, Edf. Ciências Florestais, 5000-911 Vila Real, rcortes@utad.pt

Joaquim B. JESUS

Engº Florestal, UTAD, Quinta de Prados, Edf. Ciências Florestais, 5000-911 Vila Real. joaquimbarreira@gmail.com

Isabel M. BOAVIDA

Bolseira de Doutoramento Depart. Engª Civil, IST, Lisboa isabel.boavida@ist.utl.pt

Samantha J. HUGHES

Investigadora Auxiliar, Centro de Investigação em Tecnologias Agro-ambientais e Biológicas (CITAB), UTAD, Quinta de Prados, Edf. Ciências Florestais, 5000-911 Vila Real, shughes@utad.pt

Simone G. P. VARANDAS

Prof. Aux. Centro de Investigação em Tecnologias Agro-ambientais e Biológicas (CITAB), UTAD, Quinta de Prados, Edf. Ciências Florestais, 5000-911 Vila Real, simonev@utad.pt

RESUMO

A construção da barragem de Odelouca, inserida em Rede Natura 2000, implicou a definição de medidas de compensação, tais como a requalificação ambiental do ecossistema aquático no segmento não afectado pela albufeira. Assim, identificaram-se previamente troços mais degradados, possibilitando o planeamento de um elevado conjunto de acções integradas, agrupadas em dois tipos: a) medidas de requalificação biofísica no corredor fluvial, tais como a eliminação de exóticas (essencialmente canaviais), estabilização das margens e o restabelecimento da vegetação ribeirinha autóctone; b) intervenção no próprio canal, destinada a aumentar a heterogeneidade do habitat, com o objectivo de potenciar as condições necessárias para a sustentabilidade de duas espécies piscícolas endémicas da Bacia do Arade. Especialmente vocacionadas para o sector a jusante da barragem, por este apresentar um maior nível de degradação, estas técnicas foram equacionadas com o intuito de reduzir o impacte da intensa erosão existente, com reflexos na destruição dos pomares de citrinos na faixa adjacente ao rio. Posteriormente, definiu-se um elenco de espécies ripícolas arbóreas e arbustivas para a fixação das margens. Quanto aos processos destinados a proteger e incrementar as espécies piscícolas mencionadas (ex. recriação de ilhas, deflectores, açudes submersos), a utilização de modelação hidráulica bidimensional associada com a determinação das curvas de preferência daquelas espécies permitiu seleccionar quais os mais indicadas para levarem a um incremento de habitat. Este trabalho é um exemplo de requalificação integrada de habitats, onde se procura limitar os danos ocasionados pela erosão fluvial e criar condições para a recuperação da biodiversidade e protecção de espécies-alvo num meio fortemente perturbado.

Palavras-chave: Requalificação fluvial, modelação hidráulica, regularização, ripícolas, peixes.

PROTECÇÃO DAS ORIGENS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS NOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

João Paulo LOBO FERREIRA

Doutor em Engenharia Civil, Investigador-Coordenador e Chefe do Nucleo de Aguas Subterraneas, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, lferreira@lnec.pt

João Soromenho ROCHA

Eng.o Civil, Investigador-Coordenador e Chefe do Nucleo de Recursos Hidricos e Obras Hidraulicas, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, jrocha@lnec.pt

Teresa E. LEITÃO

Doutora em Hidrogeologia, Investigadora Principal com Habilitacao, Nucleo de Aguas Subterraneas – LNEC/DHA, Av. do Brasil, 101 P-1700-066 Lisboa, tleitao@lnec.pt

Ana Estela BARBOSA

Ph.D. e European Doctorate Degree em Biotecnologia e Engenharia do Ambiente, Investigadora Auxiliar do Nucleo de Recursos Hidricos e Obras Hidraulicas, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, aestela@lnec.pt

Manuel MENDES OLIVEIRA

Doutor em Hidrogeologia, Investigador Auxiliar do Nucleo de Aguas Subterraneas, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, +351 21 844 34 36, moliveira@lnec.pt.

RESUMO

A comunicação que se apresenta, visa divulgar uma selecção de metodologias desenvolvidas por Lobo-Ferreira ***et al.*** (2009) para o Guia IRAR/LNEC Nº 11, disponível em http://www.ersar.pt. O tema do Guia é a "Protecção das origens superficiais e subterrâneas nos sistemas de abastecimento de água". O Guia foi elaborado com o fim de apoiar as entidades gestoras de sistemas de abastecimento de água.

O conceito de que a água na origem faz parte integrante e é a base de sustentação do ciclo urbano da água, deve passar a ser prática em Portugal. É fundamental que as entidades gestoras da Água sejam elementos activos na protecção da qualidade da sua água na origem.

Além de uma caracterização geral das bacias hidrográficas e dos aquíferos de Portugal Continental e de uma abordagem da legislação nacional e comunitária relacionada com a problemática da protecção das origens superficiais e subterrâneas, desenvolvem-se os aspectos relacionados com a protecção de origens de águas subterrâneas. Descrevem-se os objectivos da protecção das águas subterrâneas, os critérios e as metodologias para avaliação da vulnerabilidade à poluição de recursos hídricos subterrâneos, os critérios e as metodologias para avaliação do risco à poluição de recursos hídricos subterrâneos, os critérios e as metodologias para delimitação de perímetros de protecção de captações de águas subterrâneas e as restrições à utilização do solo no interior dos perímetros de protecção. Apresentam-se dois exemplos de aplicação de modelos matemáticos para o estudo do campo de captações de Valada I e para o estudo da intrusão marinha.

Visando, também, o apoio às entidades gestoras com captações em massas de água superficial na percepção de aspectos legislativos e na gestão da sua protecção, fornecem-se ferramentas

para a compreensão dos fenómenos, em especial para a determinação de riscos e da vulnerabilidade à poluição e a fenómenos hidrológicos extremos e para o cálculo da propagação de poluentes em meios superficiais.

Os critérios e as metodologias de análise dos fenómenos hidrológicos extremos que se apresentam permitem actuar convenientemente nas situações em que o funcionamento da captação é dificultado ou impedido.

Palavras-chave: Águas subterrâneas, Águas superficiais, perímetros de protecção, abastecimento de água.

GESTÃO INTEGRADA E SUSTENTÁVEL DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS EM PORTUGAL

Contributos para um Bom estado em 2015

Teresa E. LEITÃO

Doutora em Hidrogeologia, Investigadora Principal com Habilitação, Núcleo de Águas Subterrâneas – LNEC/DHA, Av. do Brasil, 101 P-1700-066 Lisboa, tleitao@lnec.pt

RESUMO

Nesta comunicação apresenta-se uma síntese de alguns dos aspectos mais relevantes do Programa de Investigação e de Pós-graduação intitulado "Gestão integrada e sustentável da qualidade das águas subterrâneas em Portugal: contributos para um Bom estado em 2015" desenvolvido pela autora no LNEC para obtenção do título de *Habilitado para o exercício de funções de coordenação de investigação científica*, em 2009.

Com este Programa procura-se dar resposta às necessidades do País, integrando as exigências impostas pela legislação mais recente, e indo ao encontro das respostas às mudanças ambientais em curso (*e.g.* alterações climáticas) enquadrando-as nas grandes linhas temáticas e de financiamento dos programas da União Europeia em matéria de I&D para o período 2007-2013 e no Plano de Investigação Programada quadrienal (PIP) do LNEC para o período 2009-2012.

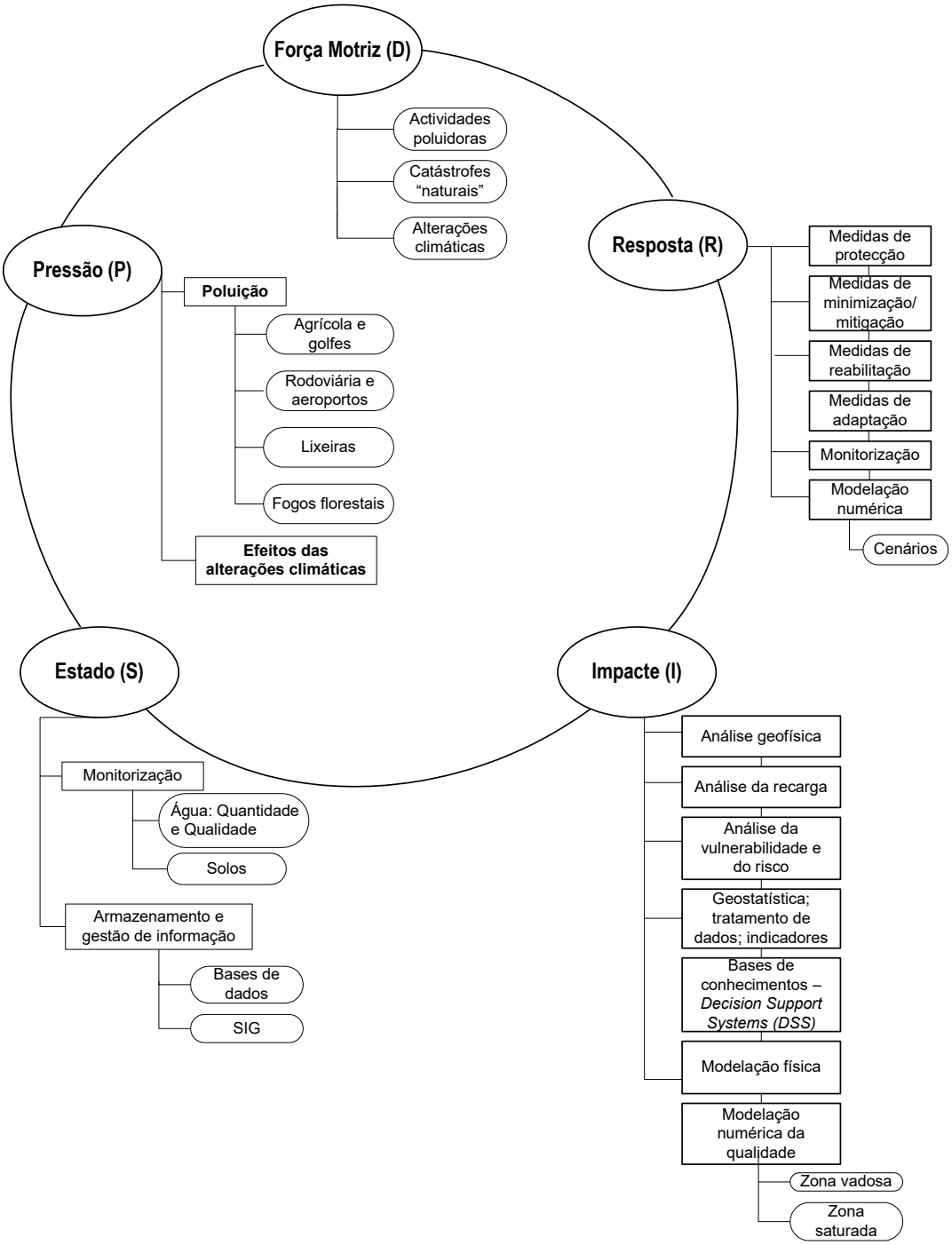
Os objectivos do trabalho são propor um conjunto de linhas de investigação e de desenvolvimento que contribua para proteger, melhorar e reabilitar a qualidade das massas de águas subterrâneas das principais origens de contaminação e de deterioração a que estão, ou possam vir a estar, sujeitas. As principais linhas de força dos programas visam contribuir com respostas que permitam assegurar a redução global da poluição e/ou a manutenção da qualidade das águas, tendo em vista alcançar um Bom estado das águas subterrâneas (químico e quantitativo) em 2015. As três linhas de actuação seleccionadas são:

- actividades potencialmente poluidoras (agricultura, golfe, estradas, aeroportos, lixeiras);
- pressões causadas por catástrofes 'naturais', como o caso dos fogos florestais;
- mudanças impostas pelas alterações climáticas.

O Programa inclui uma síntese dos conhecimentos existentes sobre os temas abordados, uma apresentação crítica dos problemas já tratados e dos problemas em aberto. Com base nessa síntese, redige-se um Programa de Estudos relativo a alguns desses problemas, propondo uma metodologia, os meios necessários, os objectivos a atingir e os benefícios esperados com a sua realização.

A figura representa de forma esquemática as forças motrizes e pressões analisadas e as ferramentas horizontais a utilizar nos Programas de Estudos e de Pós-graduação.

Palavras-Chave: Gestão integrada, sustentabilidade, águas subterrâneas, qualidade, Bom estado.



Representação esquemática das *Forças Motrizes* e *Pressões* analisadas e das ferramentas horizontais a utilizar nos Programas de Estudos e de Pós-graduação (*Estado, Impacte, Resposta*) (Leitão, 2008)

INVESTIMENTO EM ACÇÕES DE INVESTIGAÇÃO, DESENVOLVIMENTO E SENSIBILIZAÇÃO AMBIENTAL NO SECTOR DA ÁGUA E BENEFÍCIOS PARA O SERVIÇO PRESTADO

Susana M. PEREIRA

Eng.ª do Ambiente, Águas do Algarve, Rua do Repouso n.º10,8000-302 Faro,+351 289 899 070, s.pereira@aguasdoalgarve.pt

Artur D. RIBEIRO

Eng.ª Civil, Águas do Algarve, Rua do Repouso n.º10,8000-302 Faro,+351 289 899 070, a.ribeiro@aguasdoalgarve.pt

Teresa EVANGELISTA

Dra., Águas do Algarve, Rua do Repouso n.º10,8000-302 Faro,+351 289 899 070, t.fernandes@aguasdoalgarve.pt

Helena LUCAS

Eng.ª do Ambiente, Águas do Algarve, Rua do Repouso n.º10,8000-302 Faro,+351 289 899 070, t.fernandes@aguasdoalgarve.pt

RESUMO

A Águas do Algarve S.A. (AdA) como empresa concessionária do Sistema Multimunicipal de Abastecimento de Água do Algarve (SMAAA), assume uma estratégia de reforço da melhoria contínua dos serviços prestados reflectida numa atitude proactiva em relação aos desafios impostos pela legislação nacional, europeia e orientações da Organização Mundial de Saúde, tendo em consideração as problemáticas associadas às alterações climáticas e contaminantes emergentes. O que se traduz no investimento em investigação e desenvolvimento com forte componente de inovação e desenvolvimento de ferramentas de apoio à decisão, nas vertentes optimização do processo de tratamento de água destinado ao consumo humano, gestão integrada dos recursos hídricos. Dado que está inerente à actividade da AdA a utilização de recursos hídricos, esta colabora e promove continuamente o desenvolvimento de estudos, acções e projectos, conducentes ao uso eficiente da água, dirigidas aos seus clientes directos (entidades gestoras em baixa, e municípios, utilizadores do Sistema) e à população em geral, para melhor conhecimento do sector e promoção da alteração de comportamentos e adopção de medidas.

Desde 2004 até à presente data a AdA tem estabelecido protocolos e acordos específicos com Universidades e Laboratórios do Estado, dos quais resultaram teses de mestrado, doutoramento, pós-doutoramento, publicações de artigos, capítulos de livros e apresentação de artigos em conferências nacionais e internacionais. Também tem celebrado parcerias específicas plurianuais na área da informação, sensibilização e educação ambiental, essencialmente com Organizações Não Governamentais (ONG's), e Direcção Regional de Educação do Algarve.

O investimento da AdA em I&D no ano de 2008 face ao volume de negócios da empresa foi de 0,23%. Em acções de Educação Ambiental os custos representaram no período de 2007 e 2008 um total euros 103.793,00€.

Na presente comunicação são apresentados os projectos de I&D desenvolvidos pela AdA desde 2004 até à presente data, focando os principais objectivos de mesmos, problemáticas que os

desencadearam, contributo na geração de conhecimento e desenvolvimento de ferramentas, evolução do investimento em I&D face ao volume de negócios, bem como os projectos de educação ambiental seus custos associados e a avaliação das acções desenvolvidas.

Palavras-chave: I&D; educação ambiental; custos; benefícios.

SESSÃO 14

4.ª Feira, dia 24 de Março

11:15 – 13:15

SALA MADEIRA

SEGURANÇA, RISCO E SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA

ANÁLISE DE RISCO DE CHEIAS UTILIZANDO UM MODELO HIDROLÓGICOS DISTRIBUÍDO EM REGIME VARIÁVEL

Frank BRAUNSCHWEIG

Eng. Civil, Action Modulers, Rua Cidade de Frehel, Bloco B, nº 12A Mafra, +351.26.1813660,

frankbraunschweig@actionmodulers.pt

Ana R. TRANCOSO

Eng. Ambiente, MARETEC, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1, 1049-001 Lisboa,

arosa@ist.utl.pt

Miguel GAMBOA

Licenciado em Geografia e Planeamento Regional, Consultor, Lisboa, mgamboa2@gmail.com

Mário J. FRANCA

Doutor em Ciências/Eng. Civil, Tetraplano, Engenharia Lda., R. Poeta Bocage, 13 B–1600-581 Lisboa, +351.21.7520320, mfranca@tetraplano.com

RESUMO

As cheias são o resultado de processos não lineares, eventualmente acentuados devido a fenómenos de alterações climáticas e pelo impacto de actividades humanas no ciclo da água. O risco para pessoas e bens define-se como o produto da probabilidade de ocorrência de um evento adverso pelo impacto sócio-económico (severidade) definido de forma quantificável. Os modelos hidrológicos permitem integrar a complexidade inerente aos processos físicos que levam à ocorrência de cheias, possibilitando a quantificação das consequências das mesmas e constituindo um instrumento essencial na análise de risco de cheias.

O presente artigo descreve uma aplicação do modelo hidrológico integrado *MOHID Land*, desenvolvido por uma equipa do Instituto Superior Técnico em conjunto com a Action Modulers, para a definição das áreas ameaçadas pelas cheias e respectivo mapa de risco, correspondentes a um período de retorno de 100 anos no concelho de Mafra.

É descrita a preparação do modelo para as cinco principais bacias hidrográficas do concelho de Mafra (Lizandro, Cuco, Sizandro, Trancão e Safarujo), onde se inclui a construção da rede de cálculo (distribuição espacial do escoamento), a recolha de informação de base incorporada no modelo (i.e. modelo digital do terreno, uso do solo, cobertura do terreno) e um extenso levantamento de campo essencial para a definição das secções transversais dos leitos e margens dos cursos de água principais assim como para a caracterização da ocupação das áreas ribeirinhas. São ainda apresentados sucintamente os principais resultados da modelação.

Palavras-chave: Cheias, Modelação Numérica, Mohid Land, Mapa de Risco, Mafra.

PLANO DE ACÇÃO DO PLANO DE EMERGÊNCIA INTERNO DA BARRAGEM DE ODELOUCA

Mário J. FRANCA

Tetraplano, Engenharia Lda., R. Poeta Bocage, 13 B – 1600-581 Lisboa, +351.21.7520320, mfranca@tetraplano.com

Rui M.L. FERREIRA

CEHIDRO & Instituto Superior Técnico, U.T. Lisboa, Av. Rovisco Pais, Lisboa, +351.21.8418148, ruif@civil.ist.utl.pt

João de SOUSA

Águas do Algarve, Faro, j.sousa@aguasdoalgarve.pt

Miguel GAMBOA

Consultor, Lisboa, +351.96.2609555, mgamboasilva@gmail.com

RESUMO

O Plano de Emergência Interno (PEI), nos termos do RSB, é o documento da responsabilidade do Dono de Obra, relativo à segurança da albufeira e do vale a jusante na Zona de Auto-Salvamento (ZAS). Tem como objectivos principais o enquadramento e a orientação das acções a tomar por este, ou pelo seu representante, na pessoa do técnico responsável pela activação do plano em situação de emergência, face a circunstâncias excepcionais e ocorrências anómalas que coloquem em risco a segurança da barragem e do vale a jusante. As acções deverão garantir uma intervenção humana sob pressão adequada. O PEI contempla os aspectos de segurança relativos à barragem, albufeira e zona próxima do vale a jusante, designada por Zona de Auto-Salvamento, e deverá contribuir para uma boa ligação entre a equipa técnica responsável pela exploração da barragem e as autoridades de protecção civil, contribuindo para a eficácia do planeamento de emergência. Este resulta da conjunção e articulação do PEI com o Plano de Emergência Externo (PEE).

O PEI da barragem de Odelouca foi elaborado de acordo com o disposto no Art. 50.º do RSB. A estrutura do PEI resultou de uma análise crítica de planos antecedentes e da literatura sobre a elaboração de Planos de Emergência, tendo beneficiado da estreita colaboração de elementos das Águas do Algarve S.A. (Dono de Obra), da Autoridade (INAG) e da Autoridade Nacional de Protecção Civil (ANPC). O seu corpo principal é composto por quatro secções: Enquadramento; Plano de Acção; Sistema de Alerta e Aviso (SAA) e Gestão do Plano. No âmbito do PEI foram elaborados dois mapas, um de Enquadramento da barragem de Odelouca e outro correspondente ao Mapa de inundação em caso de ruptura da barragem e à implementação do Sistema de Alerta e Aviso. Organizaram-se os anexos ao PEI da barragem de Odelouca em dois volumes distintos correspondendo a Elementos de Base e a Elementos Operacionais.

Na presente comunicação é apresentado o plano de acção do PEI da barragem de Odelouca que contempla os aspectos definidos no recente Guia de Orientação para Elaboração de Planos de Emergência Internos de Barragens emitido pela ANPC. São apresentados os elementos correspondentes ao plano de acção onde se definem os critérios para as tomadas de decisão sobre o nível de alerta, a cadeia de decisão e comando estabelecida, e que permite o accionamento do sistema de aviso e alerta, as circunstâncias anómalas e ocorrências

excepcionais específicas da barragem de Odelouca e o tipo de acções preventivas e mitigadoras a tomar em funções destas últimas. O PEI elaborado reflecte as orientações mais recentes das entidades responsáveis pela segurança de barragens e pelas acções de protecção civil, constituindo um conjunto de documentos fundamentais para a gestão da emergência na barragem e no vale a jusante na ZAS.

Palavras-chave: plano de emergência interno, barragem de Odelouca, ruptura de barragens.

O NOVO PARADIGMA DE GESTÃO DOS SISTEMAS DE DRENAGEM DA CIDADE DE COIMBRA

Causas das inundações na Praça 8 de Maio, em Coimbra, e propostas de intervenção

Rui Daniel PINA

Eng.º Civil, AC, Águas de Coimbra, E.E.M., Gabinete Técnico e de Inovação, Rua da Alegria nº 111, 3000 – 018 Coimbra, rui.pina@aguasdecoimbra.pt

Joaquim José de OLIVEIRA SOUSA

Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, Departamento de Engenharia Civil, Rua Pedro Nunes - Quinta da Nora, 3030-199 COIMBRA, jjoseng@isec.pt

Jorge Luís Silva SANTOS TEMIDO

Professor Auxiliar Convidado, Universidade de Coimbra, Departamento de Engenharia Civil, Pólo II – Pinhal de Marrocos, 3030 – 290 Coimbra, jtemido@dec.uc.pt

Alfeu SÁ MARQUES

Professor Auxiliar, Universidade de Coimbra, Departamento de Engenharia Civil, Pólo II – Pinhal de Marrocos, 3030 – 290 Coimbra, jasm@dec.uc.pt

RESUMO

O crescente desenvolvimento urbano verificado nos últimos anos na cidade de Coimbra trouxe importantes desafios para a gestão e desenvolvimento das infra-estruturas de drenagem e de saneamento básico. A empresa A.C., Águas de Coimbra, E.E.M. (ACEEM), em articulação com a Câmara Municipal de Coimbra, tem vindo a promover um desenvolvimento sustentável da cidade através da implementação de novas soluções de gestão e planeamento, como por exemplo, os Planos Directores de Abastecimento de Água e de Drenagem.

A presente comunicação pretende fazer uma abordagem geral da política de gestão e desenvolvimento dos sistemas de drenagem da ACEEM, nomeadamente dos planos de drenagem de águas residuais urbanas e pluviais elaborados, e apresentar um caso de estudo relacionado com a resolução dos problemas de inundações que se têm verificado na Praça 8 de Maio.

A Praça 8 de Maio localiza-se na zona histórica da cidade de Coimbra e é uma importante referência para sectores do comércio, turismo e serviços. Nos últimos anos ocorreram várias inundações com graves consequências socioeconómicas, pelo que foi necessário proceder a uma análise cuidada para a intervenção na zona. A metodologia usada procurou interpretar o problema de uma forma integrada, através de uma abordagem global de todo o sistema de drenagem da zona envolvente, com recurso à modelação numérica da rede de drenagem e análise dos seus dispositivos de entrada. Sendo a Praça 8 de Maio o ponto de menor cota topográfica da zona, propícia à acumulação de águas pluviais, foi também elaborada uma análise pormenorizada das suas infra-estruturas de drenagem.

Palavras-Chave: Inundações urbanas, planos directores de drenagem, drenagem sustentável, sistemas de drenagem, órgãos de entrada.

MODELAÇÃO HIDRÁULICA DE INUNDAÇÕES URBANAS. A INUNDAÇÃO DE 9 DE JUNHO DE 2006 EM COIMBRA.

N. E. SIMÕES

Assistente do Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal, nunocs@dec.uc.pt , Aluno de Doutoramento, Imperial College London, Londres, Reino Unido, nsimoes@imperial.ac.uk

J. P. LEITÃO

Doutor em Engenharia Civil, Imperial College London, Londres, Reino Unido, j.leitao@imperial.ac.uk

R. PINA

Eng.º Civil, AC, Águas de Coimbra, GTI - Gabinete Técnico e de Inovação, E.E.M. Rua da Alegria nº 111, 3000 – 018 Coimbra, rui.pina@aguasdecoimbra.pt

A. Sá MARQUES

Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal, jasm@dec.uc.pt

Č. MAKSIMOVIĆ

Professor, Department of Civil and Environmental Engineering, Imperial College London, Londres, Reino Unido, c.maksimovic@imperial.ac.uk

Gil GONÇALVES

Professor Auxiliar, Departamento de Matemática, Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal, gil@mat.uc.pt

RESUMO

As cheias urbanas são fenómenos cada vez mais recorrentes. A modelação do comportamento hidráulico de sistemas de drenagem urbana deverá ser usada como instrumento de tomada de decisão de forma a evitar e minimizar os danos e perdas que estão geralmente associados a estes fenómenos.

No dia 9 de Junho de 2006, um evento de precipitação extrema causou graves inundações na cidade de Coimbra. Depois da precipitação ter terminado, a água continuou a escoar ao longo das ruas para a Praça 8 de Maio, que é o ponto mais baixo em toda a bacia e onde a água tende a acumular. Um período de retorno de 50 anos foi estimado para o evento com 45 minutos de duração.

Foram usados dois modelos na simulação do evento de 9 de Junho de 2006: um modelo de hidráulico dos colectores (1D); e um modelo hidráulico que inclui o sistema de colectores e o sistema de drenagem superficial (1D1D). Os resultados de ambas as simulações permitem concluir que a principal causa das inundações nesta bacia não é a capacidade de drenagem da rede de colectores existente, mas sim a insuficiente capacidade dos órgãos de entrada. Os resultados das simulações tendo em conta o sistema de escoamento superficial demonstram que a análise 1D1D tem grandes vantagens na análise de situações em que o escoamento superficial é importante, nomeadamente nas situações de cheias urbanas.

Palavras chave: cheias urbanas, drenagem dual, modelação computacional.

AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE DE REDES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Jorge PINTO

Professor Auxiliar, UTAD, Departamento de Engenharias, Quinta de Prados 5001-801 Vila Real, Portugal, tiago@utad.pt

Luís AFONSO

Aluno do Mestrado em Eng. Civil, Departamento de Engenharias, Quinta de Prados 5001-801 Vila Real, Portugal, lu.afonso@gmail.com

Humberto VARUM

Prof. Auxiliar, DECivil, Universidade de Aveiro, hvarum@ua.pt

António DUARTE

Professor Auxiliar, Universidade do Minho, Departamento de Engenharia Civil, Guimarães, Portugal, aduarte@civil.uminho.pt

Isabel BENTES

Professora Associada, UTAD, Departamento de Engenharias, Quinta de Prados 5001-801 Vila Real, Portugal, ibentes@utad.pt

RESUMO

A teoria da vulnerabilidade de redes hidráulicas de abastecimento de água (TVRAA) é uma teoria emergente que tem vindo a ser desenvolvida no Departamento de Engenharias, da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD). O conceito de vulnerabilidade é traduzido pela desproporcionalidade existente entre um esforço e o dano resultante numa rede de abastecimento de água (RAA).

Esta teoria tem como principal objectivo identificar os elementos mais vulneráveis de uma RAA e, desta forma, dar um contributo quer na fase de projecto quer na fase de gestão e de exploração dos sistemas. Na fase de projecto ajudará o projectista a decidir acerca do reforço ou redimensionamento das zonas da rede estruturalmente ou hidraulicamente mais vulneráveis. Na fase de gestão e exploração da RAA auxiliará na elaboração de planos de manutenção e de reabilitação, bem como na selecção das componentes da rede mais importantes em termos das consequências produzidas por um ou mais cenários de dano, permitindo a sua monitorização e uma priorização criteriosa das intervenções mais adequadas.

A aplicação da TVRAA a um sistema de abastecimento de água permite identificar diferentes tipos de cenários de dano, sendo o cenário de dano de máxima vulnerabilidade aquele em que um pequeno esforço origina um dano desproporcional na RAA. A acção que provoca o esforço na rede pode ser de vários tipos, tais como: excesso de pressão hidráulica, envelhecimento das condutas, agressividade do meio envolvente, erro de projecto, erro de construção, sabotagem, alteração da qualidade da água. O dano é considerado como sendo uma perda da RAA ou de parte da RAA, correspondente a um ou mais troços.

A TVRAA proposta neste trabalho efectua uma análise da vulnerabilidade de RAA independentemente do tipo de acção que pode originar-lhe dano e tendo como premissa fundamental que a vulnerabilidade de uma RAA será tanto menor quanto melhor for a sua

qualidade de forma. Esta teoria utiliza a construção de um modelo hierárquico e, como tal, não necessita de estudar todas as combinações possíveis de danos na rede.

Neste artigo far-se-á uma breve descrição da TVRAA, focando essencialmente o processo de desaglutinação no qual se utiliza o conceito de extensão da sub-rede de referência.

Palavras-chave: sistemas de abastecimento de água, gestão patrimonial de infra-estruturas, teoria da vulnerabilidade, cenários de dano.

AVALIAÇÃO DE RISCO PARA OS RECURSOS HÍDRICOS EM CASO DE REJEIÇÃO DE SUBSTÂNCIAS PERIGOSAS

Anabela R. S. REBELO

Mestre em Química Industrial, ARH do Algarve, IP, Rua do Alportel, 10, 8000-293 Faro, +351.89.889000, arebelo@arhalgarve.pt

RESUMO

Com presente trabalho pretendeu-se desenvolver um modelo conceptual, assente numa metodologia estratégica, para avaliação de risco para os recursos hídricos em caso de rejeições de substâncias perigosas (tóxicas, persistentes, bioacumuláveis) para a água, designadamente hidrocarbonetos de origem mineral.

A metodologia desenvolvida designa-se por Modelo Avaliação de Risco para os Recursos Hídricos (MARHH), a qual à semelhança dos procedimentos de avaliação estratégica, evolui em três fases: (1) Definição dos Factores Críticos, (2) Análise e Avaliação e (3) Seguimento, nas quais se integram a caracterização e gestão do risco. Os resultados da última fase são utilizados, num processo iterativo, permitindo avaliar diversas opções de gestão face a um mesmo cenário.

A caracterização do risco é obtida através de um processo de integração de matrizes, relativas às características dos recursos hídricos, das fontes de perigo e utilizando como base os instrumentos de ordenamento de território existentes para a área.

Este modelo foi aplicado a um Caso-Estudo, situado na Região Hidrográfica do Algarve, uma unidade de armazenamento e pré-aquecimento de *Fuelóleo n.º 4 BTE*, por comparação dos dados obtidos via MARRH com dados reais de uma situação de acidente ocorrida em Abril de 2007 nestas instalações.

Palavras-chave: Risco, Poluição, MARRH, Substâncias Perigosas.

SESSÃO 15

4.ª Feira, dia 24 de Março

11:15 – 13:15

SALA MOÇAMBIQUE

HIDRÁULICA MARÍTIMA E COSTEIRA

APLICAÇÃO DA MODELAÇÃO MATEMÁTICA AO CÁLCULO DE CAUDAIS E PRISMAS DE MARÉ EM SISTEMAS ESTUARINOS

António A. L. S. DUARTE

Professor Auxiliar, Universidade do Minho, Departamento de Engenharia Civil, Campus de Gualtar, 4710-057 Braga, aduarte@civil.uminho.pt

José M. P. VIEIRA

Professor Catedrático, Universidade do Minho, Departamento de Engenharia Civil, Campus de Gualtar, 4710-057 Braga, jvieira@civil.uminho.pt

RESUMO

Os processos físicos associados à dinâmica das águas estuarinas têm uma influência significativa na variação da sua qualidade química e do seu estado ecológico, sendo a eutrofização desses meios hídricos consensualmente reconhecida como um problema actual à escala global, originado pelo incremento de actividades antropogénicas geradoras de descargas excessivas de nutrientes nos meios receptores, que, em situações extremas, podem conduzir à ocorrência de ambientes anóxicos e à proliferação de cianobactérias, que, ao libertarem substâncias de elevada toxicidade, colocam em risco a biodiversidade do ecossistema e a utilização desse meio hídrico como origem de água para abastecimento.

No âmbito de um estudo sobre a influência da hidrodinâmica no estado trófico do estuário do rio Mondego, face ao gradiente de eutrofização observado no interior do seu braço sul, foi desenvolvido o modelo MONDEST (integrando hidrodinâmica e qualidade da água) com o objectivo de sustentar e aprofundar o conhecimento da dinâmica dos processos associados à produção primária e secundária neste ecossistema, considerando cenários de gestão definidos criteriosamente em função dos diferentes regimes de maré e de caudal fluvial.

Neste trabalho foi dada especial atenção à determinação da variação espacial das assimetrias dos períodos de enchente e de vazante ao longo do estuário, para cada cenário, de modo a obter um cálculo mais rigoroso dos caudais e prismas de maré, que considera a dinâmica dos parâmetros hidráulicos ao longo do ciclo de maré. Em vez de se adoptarem secções de vazão médias no cálculo de caudais de maré médios e com eles se proceder à determinação do prisma de maré, preconiza-se uma nova metodologia que inverte este processo de cálculo, partindo do cálculo automático dos prismas de maré e das durações reais da enchente e da vazante, correspondentes aos volumes máximos e mínimos de água existentes em cada subdomínio do estuário. Estes volumes variam em função da batimetria (principalmente nas vastas áreas de sapal do braço sul), da amplitude da maré e da grandeza dos caudais fluviais que afluem a esse estuário, factor este muitas vezes negligenciado em estudos visando a determinação dos prismas de maré em sistemas estuarinos.

Palavras-chave: modelação matemática, hidrodinâmica, prisma de maré, estuário do rio Mondego, *MONDEST*.

INFLUÊNCIA DO VENTO LOCAL NA TRANSFERÊNCIA DA AGITAÇÃO MARÍTIMA PARA O PORTO DE PRAIA DA VITÓRIA

João Alfredo SANTOS

Eng. Civil, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, +351 21 844 34 51, jasantos@lnec.pt

Sara RODRIGUES

Licenciada em Meteorologia e Oceanografia Física, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, +351 21 844 39 12, srodrigues@lnec.pt

Liliana PINHEIRO

Eng. Civil, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, +351 21 844 37 56, lpinheiro@lnec.pt

Conceição J.E.M. FORTES

Eng. Civil, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, +351 21 844 34 46, jfortes@lnec.pt

Anabela SIMÕES

Mestre em Oceanografia Física, LAMTEC, Universidade dos Açores, 9760-416 Praia da Vitória, +351 295 542 200, anabela@uac.pt

Eduardo Brito de AZEVEDO

Doutor em Ciências do Ambiente , Centro do Clima, Meteorologia e Mudanças Globais da Universidade dos Açores, Campus da Terra Chã, 9701-851 Angra do Heroísmo, +351 295 402 214, edubrito@uac.pt

RESUMO

No âmbito do projecto MOIA está em desenvolvimento uma ferramenta integrada para apoio à gestão portuária que deverá ser capaz de prever os efeitos da agitação marítima nas infra-estruturas e operações portuárias assim como na navegação.

A componente fundamental dessa ferramenta é um pacote numérico que estima a propagação da agitação marítima desde o largo até ao interior de uma bacia abrigada. Tal pacote inclui três modelos numéricos: WAVEWATCH III que prevê as características da agitação marítima na região de interesse partindo do campo de ventos à escala oceânica; SWAN que propaga aquela agitação desde o largo até às proximidades da costa e DREAMS que propaga as ondas dali para o interior do porto.

O objectivo desta comunicação é a validação da metodologia de previsão da agitação marítima na região adjacente ao porto da Praia da Vitória, na Ilha Terceira, Açores, analisando não só a influência da inclusão do vento mas averiguando também da necessidade de considerar um modo de funcionamento do modelo SWAN que leve em conta a variabilidade temporal das características do vento. Além disso, averigua-se ainda a influência nos resultados da utilização de várias malhas encaixadas descrevendo o domínio de cálculo do modelo SWAN.

Para tal, comparam-se parâmetros dos estados de agitação obtidos das medições na bóia colocada no exterior do porto, sobre uma profundidade de aproximadamente 90 m e a 4 km a nordeste do porto, com os resultados do acoplamento dos modelos WAVEWATCH III e SWAN para várias opções de cálculo: sem e com vento, em regime estacionário e não estacionário, com uma ou duas malhas encaixadas.

Foram transferidos dois meses (do dia 1 do mês de Janeiro ao dia 28 de Fevereiro de 2009) de valores de previsão horária de alturas significativas, períodos e direcções. Foram realizadas simulações com e sem vento, em regime estacionário e não estacionário, com uma malha e com três malhas encaixadas. Utilizaram-se previsões do vento aos 10 m, obtidas com o modelo meteorológico regional de mesoscala MM5. Tal como as previsões do estado do mar, as previsões meteorológicas são feitas a 72 horas e actualizadas todas as 12 horas.

Na Figura 18 apresentam-se as séries temporais das alturas significativas daquelas previsões, bem como as respectivas medições no período que vai do dia 1 de Janeiro ao dia 28 de Fevereiro de 2009.

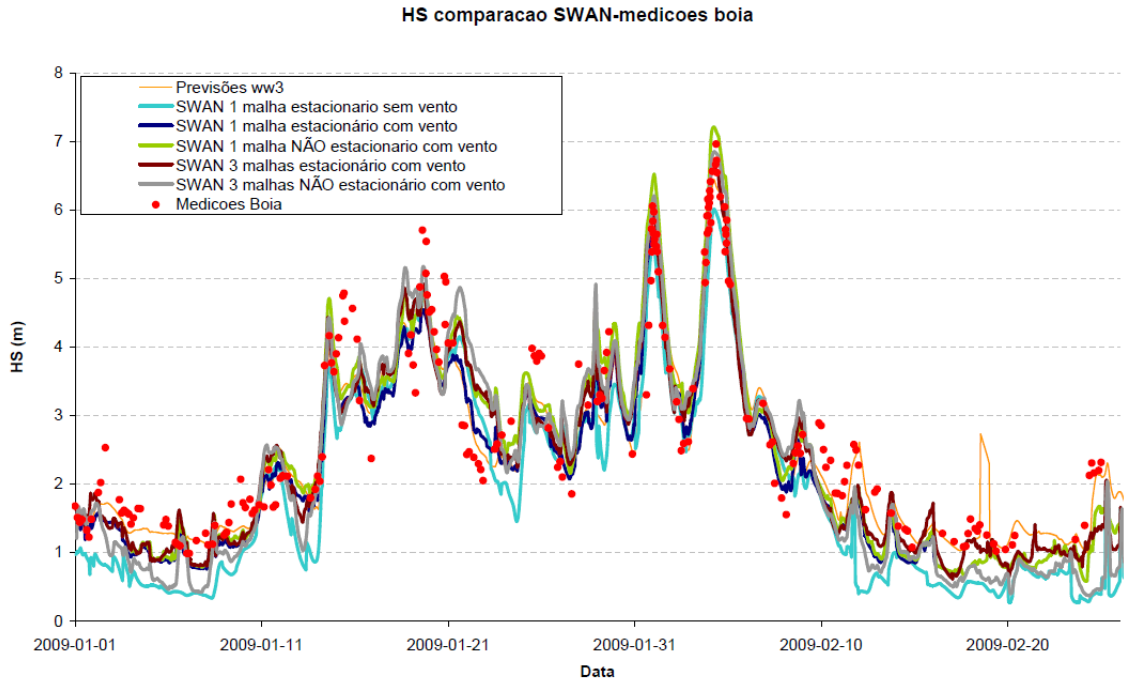


Figura 18 – Comparação dos resultados da altura significativa obtidos com o SWAN com as medições da Bóia.

As principais conclusões foram:

- A influência do vento nos resultados numéricos é claramente evidente: As simulações que incluem este fenómeno são as que conduzem a valores mais próximos das medições;
- Não se notaram diferenças muito significativas entre a utilização de apenas 1 malha ou 3 malhas encaixadas em termos de alturas significativas. Tal deve-se à localização do ponto longe da proximidade da costa. O tempo de cálculo aumenta proporcionalmente ao número de malhas.
- Em geral os resultados em regime estacionário são mais próximos das medições do que os do regime não estacionário, mas as diferenças são pouco significativas. O tempo de cálculo é sensivelmente o mesmo sendo de assinalar a vantagem do regime estacionário em ser constituído por uma série de corridas independentes podendo haver interrupções, repetições etc. sem prejuízo dos cálculos anteriores ou posteriores

Assim, para este caso concreto do Porto da Praia da Vitória, a melhor solução para a transferência das previsões à escala global para pontos nas proximidades da entrada do Porto, passa pela utilização do modelo SWAN com apenas uma malha em regime estacionário, introduzindo também as previsões de ventos.

AGRADECIMENTOS

O projecto MOIA é financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (PTDC/ECM/73145/2006) com fundos da República Portuguesa e da União Europeia.

DIMENSIONAMENTO OPTIMIZADO DE QUEBRAMARES DE TALUDES

Francisco TAVEIRA-PINTO

Prof. Associado com Agregação, FEUP, Rua Dr. Roberto Frias, 4200-465, Porto, fpinto@fe.up.pt

Paulo G. CUNHA

Engº Civil, FEUP, Rua Dr. Roberto Frias, 4200-465, Porto, ec01163@fe.up.pt

O dimensionamento de quebramares de taludes obedece a critérios hidráulicos e estruturais que, relacionados com o grau de segurança que exigem face às condições de agitação, tornam o dimensionamento bastante delicado.

Esse dimensionamento resulta num custo de construção que, naturalmente, será maior quanto maior for o grau de segurança pretendido.

Para além disso, durante a sua vida útil, estas estruturas têm em geral, reparações que são condicionadas pelo dimensionamento inicial, que, por vezes, podem atingir custos bastante elevados.

Assim, pretende-se analisar a relação entre os custos de construção de quebramares de taludes com os custos das reparações ao longo do período devida útil e obter o dimensionamento óptimo.

Será efectuado um Estudo Económico para o caso do Quebramar Norte do Porto de Leixões, analisando a relação entre os custos de construção e os custos de reparação, resultando num dimensionamento óptimo.

Palavras-Chave: Quebramares de Taludes; Porto de Leixões; Dimensionamento Optimizado.

EFEITO DAS OBRAS DA EMBOCADURA NA HIDRODINÂMICA, INTRUSÃO SALINA E DINÂMICA SEDIMENTAR DO ESTUÁRIO DO RIO DOURO

José L.S. PINHO

Professor Auxiliar, Universidade do Minho, 4704-553 Braga, jpinho@civil.uminho.pt

José M. P. VIEIRA

Professor Catedrático, Universidade do Minho, 4704-553 Braga, jvieira@civil.uminho.pt

Diogo R. C. B NEVES

Bolseiro do Laboratório de Hidráulica, Universidade do Minho, 4704-553 Braga

RESUMO

O estuário do rio Douro apresenta-se como uma região muito sensível do ponto de vista ambiental dada a elevada concentração populacional na sua envolvente e a importância das actividades económicas desenvolvidas nesta região. A gestão de um sistema estuarino constitui uma tarefa de elevada dificuldade dada a complexidade dos processos físicos, químicos e biológicos que nele ocorrem. As ferramentas de modelação matemática poderão constituir meios eficientes para a avaliação de alternativas de gestão e para a simulação de situações normais ou excepcionais (cheias e descargas acidentais de poluentes) de funcionamento do estuário.

No presente trabalho apresentam-se resultados obtidos na aplicação de modelos hidrodinâmicos e de transporte de massa ao estuário do rio Douro em duas situações distintas: antes e depois da presença das estruturas hidráulicas executadas na sua embocadura. Os modelos foram implementados com o *software* RMA2, RMA4 e SED2D. O fundo do estuário foi definido usando dados batimétricos gentilmente cedidos pela APDL (Administração do Porto do Douro e Leixões) e a montante da ponte da Arrábida foi adoptado um perfil batimétrico linear até à barragem de Crestuma.

Foram consideradas duas fronteiras abertas: uma fronteira aberta no Oceano ao largo da Foz (S. João da Foz) e uma fronteira aberta do rio na secção de montante coincidente com a restituição da Barragem de Crestuma. Nesta última fronteira foram impostas no modelo hidrodinâmico as descargas fluviais. Na fronteira aberta oceânica foram impostas as elevações da superfície livre da água devidas à maré.

Apresentam-se resultados de hidrodinâmica estuarina, de padrões de transporte de sal e aspectos da dinâmica sedimentar na zona da embocadura, analisando-se com maior detalhe o efeito das alterações introduzidas pelas obras realizadas na embocadura do estuário. Verifica-se que estas alteraram a forma das áreas de deposição e erosão que por sua vez poderão induzir alterações na morfodinâmica deste trecho costeiro.

Palavras-chave: Estuário do rio Douro, hidrodinâmica, dinâmica sedimentar, qualidade da água, modelação matemática.

AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL DA TRANSMISSÃO EM QUEBRAMARES SUBMERSOS

Francisco TAVEIRA-PINTO

Professor Associado com Agregação, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Rua do Dr. Roberto Frias, s/n, 4200-465 Porto, +351 225 081 966, fpinto@fe.up.pt

RESUMO

Diversos estudos relacionados com a transmissão da agitação marítima através de estruturas costeiras apresentam fórmulas empíricas para o processo de dimensionamento. No entanto existe ainda uma lacuna relativa a este tipo de análise para quebramares submersos, uma das estruturas costeiras mais importantes, usadas para a protecção da linha de costa, assim como para defesa de estruturas portuárias.

Este trabalho apresenta resultados de algumas medições que foram executadas no tanque de ondas unidireccional da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, utilizando diversos modelos de quebramares submersos (lisos e rugosos, com diferentes taludes, comprimentos do coroamento e para diferentes profundidades de água e escalas geométricas). As condições da agitação irregular testadas incluíram diversas alturas e diversos períodos de onda. Os resultados obtidos foram aproximados a expressões logarítmicas em função do factor de transmissibilidade R_*.

De acordo com as análises efectuadas em relação aos coeficientes de transmissão medidos com funções logarítmicas, pode concluir-se que o factor de transmissibilidade, R_*, reflecte a influência de diversos parâmetros que podem afectar a transmissão da agitação, nomeadamente a altura de onda significativa, o período da onda e a profundidade da água.

Palavras-Chave: Transmissão; Quebramares Submersos; Tanque de Ondas; FEUP.

EFEITO DAS DESCARGAS DE ÁGUAS RESIDUAIS E EMISSÁRIOS SUBMARINOS NA PRODUÇÃO PRIMARIA DA COSTA SUL DA ILHA DA MADEIRA.

Amostragem e modelação numérica da Ilha da Madeira.

Francisco J. CAMPUZANO

MSc Ciência e Gestão Costeira e estuarina, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001, Lisboa, +351 21 841 9429, campuzanofj.maretec@ist.utl.pt

Susana NUNES

Lic. Biologia Marinha, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001, Lisboa, +351 21 841 9431, susana.maretec@ist.utl.pt

Madalena S. MALHADAS

MSc Engenharia do Ambiente, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001, Lisboa, +351 21 841 9432, madalena.maretec@ist.utl.pt

Duarte NUNES

Lic. Gestão e Conservação da Natureza, IGA S.A., Rua dos Ferreiros, n.º 148 /150, 9000-082, Funchal, +351 29 120 1020, dmunes@iga.pt

Hilda dePABLO

MSc gestão e modelação dos recursos marinhos, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001, Lisboa, +351 21 841 9437, hildadepablo@ist.utl.pt

Ramiro NEVES

PhD Engenharia Mecânica, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001, Lisboa, +351 21 841 7397, ramiro.neves@ist.utl.pt

RESUMO

O presente trabalho surge no âmbito do protocolo de colaboração entre a IGA (Investimentos e Gestão da Água, S.A.) e o MARETEC/IST (Centro de Ambiente e Tecnologias Marinhas do Instituto Superior Técnico) e pretende avaliar o impacte das descargas de efluentes resultantes do tratamento de águas residuais urbanas no meio marinho da orla sul da Ilha da Madeira. Um dos principais objectivos deste estudo consiste na avaliação do impacte destas descargas na produção primária e também na qualidade da água balnear das praias contíguas. O programa de monitorização inclui determinações em laboratório e medições *in situ* com uma sonda multiparamétrica mensalmente. Para explicar os processos mais relevantes foi aplicado um modelo numérico, uma vez que os dados de campo por si só não explicam todos os processos existentes na área de estudo. O trabalho de modelação é efectuado através da aplicação do modelo numérico MOHID, forçado atmosfericamente com resultados obtidos a partir do modelo numérico WRF e forçado com propriedades da água do modelo Mercator e climatologias mensais do World Ocean Atlas 2005, permitindo determinar os factores hidrodinâmicos e climáticos determinantes que condicionam a produção primária nas águas localizadas à volta do arquipélago da Madeira. Assim sendo, estes modelos são capazes de determinar a importância e a origem dos nutrientes na produção primária e avaliar a importância das emissões a partir de terra na dinâmica do sistema.

Palavras-chave: Monitorização, Modelação Numérica, Produção Primária, Madeira, Mohid.

ESTUDO DA AVALIAÇÃO PROBABILÍSTICA DE RISCOS NO PROJECTO DE EMISSÁRIOS SUBMARINOS E DE TOMADAS DE ÁGUA

Maria Teresa REIS

Doutoramento em Eng. Civil, Investigadora Auxiliar, LNEC, Av. do Brasil, 1700-066 Lisboa, +351.21.8443448, treis@lnec.pt

Maria Graça NEVES

Doutoramento em Eng. Civil, Investigadora Auxiliar, LNEC, Av. do Brasil, 1700-066 Lisboa, +351.21.8443426, gneves@lnec.pt

Pedro FIGUEIRA

Engº Civil, Director Técnico, WW – Consultores de Hidráulica e Obras Marítimas, S.A., Rotunda Nuno Rodrigues dos Santos, nº 1 B, 10º Andar, Portela LRS, 2685-223Lisboa, +351.21.4412877, Figueira@wwsa.pt

António PACHECO

Doutoramento em Operations Research, Professor Associado com Agregação, Instituto Superior Técnico – Universidade Técnica de Lisboa, CEMAT e Departamento de Matemática, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, +351.21.8417049, apacheco@math.ist.utl.pt

António CORREIA

Doutorameto em Biologia, Professor Associado com Agregação, Universidade de Aveiro, Centro de Estudos do Ambiente e do Mar, Departamento de Biologia, Campus Universitário de Santiago, 3810-193 Aveiro, +351.234.370783, antonio.correia@ua.pt

RESUMO

No conjunto das infra-estruturas de saneamento, assumem particular importância as destinadas ao tratamento e destino final de efluentes. Em países onde os maiores aglomerados urbanos e industriais se situam junto ao litoral é praticamente inevitável serem o mar e os estuários os locais de destino final. Daí resulta um elevado número de emissários submarinos já construídos, em construção ou projectados em todo o mundo e em particular em Portugal (Figura 1).

A realidade tem revelado a existência de lacunas em experiência, informação e meios para a realização deste tipo de obras nas melhores condições, sendo de registar alguns acidentes de consequências económicas, sociais e ambientais muitíssimo avultadas.

Outras estruturas de concepção semelhante e com as mesmas lacunas de conhecimento são as tomadas de água para dessalinação, cada vez mais preconizadas como solução em zonas costeiras onde a água doce é um bem escasso.

Adicionalmente, o projecto convencional de emissários submarinos e de tomadas de água (que inclui concepção, dimensionamento, construção, exploração, manutenção e reparação) não se baseia numa avaliação de riscos explícita e sistemática e os métodos de dimensionamento destas estruturas são ainda essencialmente de natureza determinística, apesar de:

- já terem sido feitos alguns esforços no sentido de mudar de metodologia;
- as recomendações existentes para o projecto de estruturas marítimas incluírem abordagens que combinam métodos probabilísticos e de optimização;
- o projecto destas obras ser muito complexo, dispendioso e de lhe estarem associadas inúmeras incertezas relacionadas, por exemplo, com o carácter aleatório das solicitações actuantes, os modelos utilizados para representar a realidade, etc.

Como tal, é necessário que se utilizem metodologias que permitam considerar a aleatoriedade e as incertezas existentes e incorporar o máximo de conhecimento e de dados disponíveis, e que possibilitem uma gestão dos riscos associados e permitam optimizar o custo do projecto. Uma abordagem de gestão de risco, baseada em métodos probabilísticos e de optimização (que entram em linha de conta com a probabilidade de falha das estruturas e suas consequências), dá resposta a estas necessidades.

No âmbito de uma abordagem de gestão de risco, a aplicação dos métodos probabilísticos e de optimização ao projecto de emissários submarinos e de tomadas de água constitui um assunto inovador de investigação, quer em Portugal, quer no estrangeiro, já que não se conhece nenhum projecto de investigação sobre este tema nem projecto de obras que utilize esta abordagem de forma sistemática. Assim, ele representa o objectivo geral e inovador do trabalho que se pretende desenvolver e que se descreve neste artigo.

Além da revisão de literatura, esta investigação inclui desenvolvimento teórico, modelação física e numérica e utilização de casos de estudo reais para testar e ilustrar a aplicação da metodologia e ferramentas desenvolvidas. Os principais resultados expectáveis desta investigação são:

- Um inventário sobre os riscos associados ao projecto destas estruturas e listagem dos seus modos de falha;
- Uma base de dados experimentais sobre forças nas estruturas;
- Uma metodologia para a aplicação de métodos probabilísticos e de optimização ao projecto de casos práticos de engenharia;
- Ferramentas informáticas de dimensionamento probabilístico e de optimização testadas para estas obras;
- Recomendações de projecto.

Para garantir a eficácia do programa de trabalhos descrito neste artigo, foi constituída uma equipa de investigação multidisciplinar que tem a vantagem de ter uma base de conhecimentos e interesses de investigação comuns mas em áreas de saber e experiência complementares. A equipa reúne especialistas provenientes de cinco instituições: o Laboratório Nacional de Engenharia Civil, a Universidade de Granada, a Universidade de Aveiro, o Instituto Superior Técnico e a WW – Consultores de Hidráulica e Obras Marítimas, SA.

Figura 1 Emissários submarinos em Portugal

SESSÃO 16

4.ª Feira, dia 24 de Março

11:15 – 13:15

SALA CABO VERDE

PROTECÇÃO E QUALIDADE DA ÁGUA

AVALIAÇÃO DA TRANSFORMAÇÃO DE CONTAMINANTES ORGANOCLORADOS EM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Helena I.F. AMARAL

Geóloga, LNEG, Estrada da Portela, Bairro do Zambujal, 2720-866 Amadora, Portugal; +351.214705546, Helena.Amaral@lneg.pt

Durante este estudo, no Eawag, Ueberlandstrasse 133, 8600 Dübendorf e ETH Zurique, Suíça.

Christoph AEPPLI

Químico, ITM, Universidade de Estocolmo, 10691 Estocolmo, Suécia; christoph.aeppli@itm.su.se

Durante este estudo, no Eawag, Ueberlandstrasse 133, 8600 Dübendorf e ETH Zurique, Suíça.

Michael BERG

Químico, Eawag, Ueberlandstrasse 133, 8600 Dübendorf, Suiça; +41.448235078, Michael.Berg@eawag.ch

René P. SCHWARZENBACH

Químico, ETH Zurique, ETH-Zentrum/CHN H41, 8092 Zurique, Suiça; +41.446328521, Schwarzenbach@env.ethz.ch

Rolf KIPFER

Geofísico, Eawag, Ueberlandstrasse 133, 8600 Dübendorf, Suiça; +41.448235530, Rolf.Kipfer@eawag.ch

RESUMO

A transformação natural de contaminantes organoclorados (OC) em águas subterrâneas foi investigada combinando ténicas isotópicas, datação de águas e traçadores hidrológicos. Análises por '*compound-specific stable isotope analysis*' (CSIA) foi aplicada para averiguar a ocurrência de transformação natural da contaminação, o método ^{3}H-^{3}He foi apliacado para determinar a idade da água para obter a escala temporal dos processos de atenuação, e os traçadores hidrológicos gases nobres, clorofluorcarbonos (CFC) e hexafluoreto de enxofre (SF_6) para determinar as condições de fluxo da água subterrânea.

Dois casos de contaminação por OC foram seleccionados para representar condições favoráveis e não favoráveis à degradação, e distinguiram-se principalmente no tempo de residência da água subterrânea, na condição redox da água subterrânea, no nível de contaminação e se medidas de remediação tinha sido aplicadas ou não. Foi verificado que mesmo em condições desfavoráveis à transformação, a datação de águas assim como os CFCs, SF_6 e gases nobres deram informações importantes sob as mudanças hidrodinâmicas do aquifero devido à remediação por '*pump-and-treat*'. Adicionalmente, permitiram identificar um potencial reservatório fracturado onde o OC tetracloroeteno (PCE) em fase se teria 'afundado' e a partir do qual continuará a contaminar o aquífero por várias décadas mesmo depois da fonte de poluição cessar de o ser.

Palavras-chave: organoclorados, transformação natural, CSIA, traçadores ambientais, datação de águas.

Sessão 16

SISTEMAS INTENSIVOS E COMPACTOS DE FITODEPURAÇÃO DE ÁGUAS RESIDUAIS

Teoria e Prática

Veríssimo N. DIAS

Engº Silvicultor e Biólogo, BLOSSOM AMBIENTE, Alameda D. Afonso Henriques, 3, 1º Dto, 1900-178 Lisboa, + 351.1.211571899, vd@blossom-ambiente.com

RESUMO

A fitodepuração de águas residuais é uma tecnologia emergente, ambientalmente correcta e susceptível de tratar com eficiência diversos tipos de águas residuais e, particularmente, os efluentes domésticos. Para além da mais-valia eco-estética, resultante da presença visível de um corpo de plantas, a fitodepuração tem sido tradicionalmente entendida como uma tecnologia de tipo extensivo, com manutenção pouco exigente e baixos custos de exploração. As áreas necessárias para implantação destes sistemas são da ordem dos 3 – 5 m^2. hab eq $^{-1}$. Esta circunstância tem, em regra, inviabilizado a utilização da fitodepuração para tratamento de caudais elevados ou para utilização em situações em que o terreno disponível é escasso ou oneroso. No presente é possível, todavia, dimensionar sistemas compactos e intensivos, capazes, de se implantarem em áreas significativamente menores às que eram tradicionalmente necessárias, assegurando-se, simultaneamente, elevada eficácia de tratamento. O primeiro requisito fundamental para que se possam dimensionar sistemas compactos e intensivos de fitodepuração consiste na remoção eficiente, a montante dos leitos de plantas – ou seja durante os tratamentos preliminar e primário - do material orgânico particulado contido nas águas residuais. Assegurando a chegada aos fito-leitos de águas residuais contendo carga orgânica essencialmente na forma dissolvida, é viável recorrer a dimensionamentos bastante compactos. O artigo descreve as exigências de tratamento preliminar e primário, assim como as configurações compactas de fitodepuração aplicáveis.

ESTUDO DA REMOÇÃO DE BROMATO USANDO CARVÃO ACTIVADO EM PÓ

Ensaios na ETA de Alcantarilha

Ana F. ASSUNÇÃO

Mestre em Engª. Biológica, CIQA, Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, 8005-139 Faro, afassuncao@ualg.pt

Rui SANCHO

Licenciado em Engª. Biotecnológica, Águas do Algarve, S.A, Rua do Repouso nº10 8000-302 Faro, Portugal, r.sancho@aguasdoalgarve.pt

Raúl J. BARROS

Doutorado em Biotecnologia, CIQA, Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, 8005-139 Faro, Portugal, rbarros@ualg.pt

Helena LUCAS

Licenciada em Engª. do Ambiente, Águas do Algarve, S.A., Rua do Repouso nº10 8000-302 Faro, Portugal, h.lucas@aguasdoalgarve.pt

RESUMO

A remoção de subprodutos formados pela desinfecção da água para consumo humano é uma preocupação crescente para a Águas do Algarve, SA, nomeadamente no que diz respeito ao ião bromato na Estação de Tratamento de Água (ETA) de Alcantarilha. O presente trabalho estudou a remoção de bromato da água, através da adsorção em carvão activado em pó (CAP).

O bromato forma-se quando a água bruta contendo brometo é sujeita a pré-oxidação com ozono sob condições operacionais extremas. É potencialmente cancerígeno para o ser humano, daí a importância da sua remoção.

Este estudo desenvolveu-se na ETA de Alcantarilha, onde é correntemente efectuado o doseamento de CAP nos tanques de mistura rápida imediatamente a jusante da ozonização, com o objectivo de remover matéria orgânica por adsorção. Assim foram realizados ensaios para verificar a aplicação de diferentes tipos de CAP na adsorção do bromato presente na água ozonizada. Para tal, testaram-se diferentes condições operacionais, simulando em laboratório os processos de coagulação, floculação e decantação (C/F/D).

Os resultados mostraram que nenhum dos CAP testados melhora a remoção de bromato por comparação com C/F/D na ausência de carvão, não havendo diferenças entre os materiais testados. Partindo de concentrações iniciais de bromato de pelo menos 22 μg/L não foi possível em qualquer dos ensaios baixar o teor de bromato abaixo do valor paramétrico (10 μg/L), apesar de se atingirem remoções superiores a 60% para concentrações iniciais mais elevadas.

Perante tais resultados sugere-se que sejam testadas outras hipóteses para controlo do bromato nesta ETA.

Palavras-Chave: Ozonização, Subprodutos de desinfecção, Processo C/F/D, Adsorção.

A GESTÃO INTEGRADA DOS RESÍDUOS GERADOS NOS PROCESSOS DE TRATAMENTO DE ÁGUA E EFLUENTES

O suporte oferecido pela plataforma NAVIA™

Clarisse MATOS

Eng.ª Informática, MdeMáquina, Lda

Jorge TAVARES

Eng.º Electrotécnico, MdeMáquina, Lda, Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Electrotécnica do Instituto Superior de Engenharia do Porto

RESUMO

O processo de depuração de água para consumo humano ou de águas residuais é gerador de uma grande carga de resíduos. Com a evolução das infra-estruturas e o alargamento do atendimento dos serviços de fornecimento de água e de recolha e tratamento de efluentes, a produção destes resíduos tem tido um crescimento acentuado.

Paralelamente, as leis de valorização de resíduos são cada vez mais restritas, nomeadamente, a lei de valorização agrícola de lamas, que exige planos de gestão de lamas e a realização de um número mínimo de análises das mesmas.

A conjugação dos dois cenários anteriores tem vindo a tornar todo o processamento dos resíduos cada vez mais pesado, complexo e caro. É um processo que tem uma implicação crescente nos resultados operacionais das empresas e no qual, quando algum elo falha, por exemplo, na documentação dos transportes, podem haver consequências onerosas para a empresa.

Enquadrando esta relevância na operação dos sistemas de água e saneamento a plataforma informática **NAVIA™** integra um módulo que suporta a gestão operacional deste processo. Neste cenário as actividades inerentes à gestão de resíduos são tratadas em paralelo e de uma forma integrada com a globalidade da operação. Os ganhos manifestam-se na eficiência, responsabilidade e produtividade deste processo. A disponibilidade de dados integrados para análise do processo ou para a produção dos indicadores obrigatórios (kg resíduo / m3) é outra das vantagens que a utilização da plataforma **NAVIA™** acrescenta à gestão da operação.

O resultado final revela-se, nas empresas que já adoptaram o **NAVIA™** em vários aspectos concretos, tais como, a eliminação do papel no tratamento burocrático deste processo, o acompanhamento dos contratos associados, o controlo das licenças dos vários operadores e a disponibilidade de dados globais para análise.

Palavras-chave: Resíduos, Lamas, Gradados, “Legislação de Nacional de tratamento de resíduos”, “optimização de recursos”, “gestão operacional”, ”sistema de informação” “trabalho colaborativo”, integração, mobilidade, qualidade.

Sessão 16

NAVIA™

GESTÃO OPERACIONAL DE SISTEMAS DE ÁGUA E EFLUENTES

- Uma solução para a Operação -

Jorge TAVARES

Eng.º Electrotécnico, MdeMáquina, Lda, Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Electrotécnica do Instituto Superior de Engenharia do Porto

Carlos COSTA

Eng.º Electrotécnico, MdeMáquina, Lda

Gualdino BARROCAS

Eng. Electrotécnico, MdeMáquina, Lda

RESUMO

O dia-a-dia dos técnicos responsáveis pela operação de infra-estruturas de captação, tratamento e distribuição de água para consumo humano ou de recolha e tratamento de águas residuais é preenchido de situações imprevistas e delicadas, que obrigam à tomada de decisões e à assumpção de responsabilidades. Para suportar esta actividade dispõem normalmente de alguns programas informáticos genéricos e recorrem à utilização maciça de papel. Ou seja a gestão operacional, que sendo rigorosa pode racionalizar recursos e promover bons resultados, não tem normalmente ao seu dispor a informação de uma forma acessível e expedita. Os dados existem mas estão dispersos, e frequentemente apenas servem para justificar à posteriori um problema. Esta realidade é agravada pela grande dispersão geográfica, pelo elevado número de operadores e pela frequente obrigatoriedade de reportar resultados operacionais.

Ciente desta realidade a MdeMaquina encetou há nove anos o desenvolvimento da plataforma **NAVIA™.** Trata-se de uma aplicação informática feita para as empresas que operam sistemas públicos ou industriais de águas ou efluentes. Com esta especialização foram desenvolvidas soluções simples para o complexo processo de gestão operacional destes sistemas, que se revelam na rapidez de implementação, na simplicidade de utilização e na forte adesão dos utilizadores.

Corolário desta evolução, o presente artigo reporta o desenvolvimento da solução que actualmente está perfeitamente consolidada em empresas de referência do sector. O projecto teve como ponto de partida o conhecimento das necessidades das empresas e evoluiu até ao actual estado robusto e completo, que entusiasma as equipas que estão no dia-a-dia da operação, pelo suporte que oferece, e convence as administrações pela responsabilização que incute e pelos ganhos de produtividade que induz.

Palavras-chave: Produtividade, eficiência, “optimização de recursos”, “automatização de processos”, gestão, “gestão operacional”, ”sistema de informação” “trabalho colaborativo”, integração, agregação, mobilidade, processos, qualidade.

COAGULAÇÃO, FLOCULAÇÃO E FLOTAÇÃO POR AR DISSOLVIDO NA REMOÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA NATURAL

Vânia SERRÃO SOUSA

Eng.ª do Ambiente, Faculdade de Ciências e Tecnologia – Edifício 7, Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, 8005-139 Faro, +351 289 800 900 Ext.7462, vssousa@ualg.pt

Helena LUCAS

Eng.ª do Ambiente, Águas do Algarve, Rua do Repouso nº10, 8000-302 Faro, +351 289 899 070, h.lucas@aguasdoalgarve.pt

Margarida RIBAU TEIXEIRA

Doutorada em Tecnologias Ambientais, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, 8005-139 Faro, +351 289 800 900 Ext.7235, mribau@ualg.pt

RESUMO

Os trihalometanos são compostos de elevada toxicidade e potencialmente carcinogénicos que se formam através da oxidação da matéria orgânica natural (NOM) durante a etapa da desinfecção. A sua presença em águas para consumo humano tem sido alvo de regulamentação cada vez mais rigorosa, tanto a nível nacional como comunitário. Desta forma, é necessário minimizar a sua formação nestas águas através da remoção de NOM antes da etapa de desinfecção. A NOM contém fracções hidrofóbicas de elevado peso molecular, e hidrofílicas de baixo peso molecular, sendo a remoção da fracção hidrofílica mais difícil do que a hidrofóbica. O objectivo deste trabalho é assim determinar a eficiência de remoção de NOM por coagulação, floculação e flotação por ar dissolvido (C/F/DAF), em águas hidrofílicas e hidrofóbicas e comparar a eficiência deste processo face ao tratamento coagulação, floculação e sedimentação (C/F/S) existente na Estação de Tratamento de Água de Alcantarilha. De modo a avaliar a influência da NOM durante o processo C/F/DAF, esta foi caracterizada por cromatografia de exclusão molecular (HPSEC). Os resultados indicam que ambos os processos, C/F/S e C/F/DAF, contribuem para a redução da NOM presente na água e desta forma para a redução do potencial de formação de DBP. Contudo a C/F/DAF demonstrou uma maior eficiência na remoção da NOM para as condições estudadas. Verificou-se ainda que a pré-ozonização da água favorece o aumento da remoção da matéria orgânica nos tratamentos posteriores (C/F/S ou C/F/DAF).

Palavras-chave: Matéria orgânica natural, águas naturais, coagulação/floculação/sedimentação, coagulação/floculação/flotação por ar dissolvido, HPSEC.

PROPOSTA DE QUADRO DE QUALIDADE DE ÁGUA RESIDUAL TRATADA NA ÓPTICA DE REUTILIZAÇÃO PARA REGA

António MARTINS

PhD, Eng.º Ambiente, Técnico de Processo, m.martins@aguasdoalgarve.pt;

Manuel SOARES

Eng.º Biotecnológico, Técnico de Processo, m.soares@aguasdoalgarve.pt

Joaquim FREIRE

Eng.º Ambiente, Director de Operações - Saneamento, j.freire@aguasdoalgarve.pt,

Rosário COELHO

PhD, Bióloga, Responsável pelo Departamento do Laboratório, r.coelho@aguasdoalgarve.pt

Rita Baptista

Bióloga, Responsável Área Saneamento - Laboratório, r.baptista@aguasdoalgarve.pt

Águas do Algarve, S.A., Rua do Repouso 10, 8000-302 Faro, tel. +351.289899070, fax: +351.289899079.

Fernando GODINHO

MSc, Eng.º Civil, Consultor, fernandogodinho@sapo.pt

Manuel COSTA

PhD, Eng.º Agrónomo, Consultor, mscosta2000@hotmail.com

RESUMO

A Águas do Algarve, S.A. (AdA) tem vindo a realizar vários estudos com vista a avaliar, do ponto de vista técnico-económico, ambiental e social, a viabilidade da implementação da reutilização de água residual tratada na região do Algarve.

Um dos estudos visa definir o quadro de qualidade a satisfazer pela água residual a reutilizar na rega de espaços verdes e jardins públicos e de campos de golfe.

Para alcançar este objectivo efectuou-se uma pesquisa bibliográfica do normativo do quadro de qualidade de água reutilizada para rega em vigor em Portugal e noutros países.

Do resultado deste trabalho são propostos novos valores para os parâmetros bário, estanho, ferro, boro, cloretos nitratos, sulfatos, condutividade, salinidade, sólidos suspensos totais, turvação, fósforo total, coliformes fecais, ovos de parasitas intestinais e *Legionella spp*..

Neste artigo apresenta-se uma proposta para este quadro de qualidade.

Palavras chave: reutilização, quadro de qualidade, rega, campos de golfe, águas residuais.

SESSÃO 17

4.ª feira, dia 24 de Março

14:30 – 16:30

SALA BRASIL

PLANEAMENTO, GESTÃO E SUSTENTABILIDADE

METODOLOGIA PARA DEFINIÇÃO DE PLANOS DE FISCALIZAÇÃO EM ÁGUAS INTERIORES, COM BASE EM CARACTERIZAÇÃO DE RISCO

Captações de Águas Subterrâneas e Rejeição de Águas Residuais

Anabela R. S. REBELO

Mestre em Química Industrial, ARH do Algarve, IP, Rua do Alportel, 10, 8000-293 Faro, +351.89.889000, arebelo@arhalgarve.pt

Beatriz X. H. NEVES

Mestre em Geologia de Engenharia, ARH do Algarve, IP, Rua do Alportel, 10, 8000-293 Faro, +351.89.889000, bneves@arhalgarve.pt

RESUMO

O presente trabalho pretende desenvolver uma metodologia para a definição de planos de fiscalização em águas interiores, nomeadamente para as utilizações de recursos hídricos, rejeição de águas residuais e captação de águas subterrâneas.

A metodologia proposta assenta numa caracterização de risco das utilizações, através de matrizes e respectivas formas de integração.

Este tipo de modelos é de extrema importância na protecção dos recursos hídricos e para o cumprimento das obrigações dispostas na Directiva-Quadro da Água, enquadrando-se a sua aplicação nos princípios base deste diploma, designadamente nos Princípios da Precaução, Prevenção e da Correcção.

Com esta ferramenta pretende-se definir de forma sistemática e eficaz um plano de fiscalização a aplicar às inúmeras utilizações existentes na área de jurisdição da Administração da Região Hidrográfica do Algarve, de forma a programar eficientemente os recursos humanos existentes nesta entidade, direccionando-os prioritariamente para as situações que implicam maior risco para os recursos hídricos.

Palavras-chave: Fiscalização; águas residuais, águas subterrâneas, caracterização de risco.

MODELAÇÃO MATEMÁTICA EM AQUÍFEROS COSTEIROS

Aplicação a dois casos de estudo em países africanos: Angola e Tunísia

Patrícia TERCEIRO

Mestre em Hidráulica e Recursos Hídricos, Núcleo de Águas Subterrâneas, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, aterceiro@lnec.pt

Luís G. S. OLIVEIRA

Mestre e Engenheiro do Ambiente, Núcleo de Águas Subterrâneas, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, loliveira@lnec.pt

João Paulo LOBO FERREIRA

Doutor em Engenharia Civil, Núcleo de Águas Subterrâneas, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, lferreira@lnec.pt

Gabriel LUÍS MIGUEL

Director Nacional de Desenvolvimento Tecnológico de Angola, Doutor em Ciências Ambientais e Professor Auxiliar do Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade Agostinho Neto, Luanda, Angola, gabrielmig@gmail.com

Noureddine GAALOUL

Ph.D., Water Sciences Technology, Researcher I.N.R.G.R.E.F, Rue Hédi Karray . B.P.10 - 2080 Ariana – Tunisie, gaaloul.noureddine@iresa.agrinet.tn

Erika da Justa Teixeira ROCHA

Eng.ª Civil, Doutoranda na Universidade Federal do Ceará (UFC), Av. da Universidade, 2853, Benfica – Fortaleza, Brasil, Bolseira da CAPES, no LNEC, Maio/Agosto de 2009, erikadajusta@gmail.com

RESUMO

A intrusão marinha em aquíferos costeiros é um dos fenómenos que influência a qualidade da água subterrânea nas áreas afectadas pela subida do nível médio do mar. Entre as causas deste fenómeno destaca-se a sobre-exploração destes aquíferos, o que resulta num rebaixamento significativo do nível piezométrico e na consequente deterioração da água doce. Os aquíferos costeiros Quelo-Luanda (Angola) e da Península de Cap Bon (Tunísia) encontram-se sujeitos a este problema.

Assim, no que respeita à correcta gestão e protecção dos recursos hídricos subterrâneos, é de todo o interesse desenvolver ferramentas robustas de apoio à decisão, como por exemplo a modelação matemática. A modelação de ambos os aquíferos foi realizada utilizando o programa FEMWATER, modelo tridimensional de elementos finitos, que permite simular tanto o escoamento como o transporte de massa nas zonas saturada e não saturada.

O trabalho desenvolvido permitiu analisar não só o comportamento dos aquíferos em estudo, como também identificar a viabilidade das medidas de mitigação à intrusão marinha (recarga artificial de sistemas aquíferos com água residual tratada) presentemente em aplicação na Tunísia.

O presente artigo insere-se no âmbito da Cooperação Internacional em Águas Subterrâneas, CIAS (LNEC – Universidade Agostinho Neto, Luanda) e do Projecto de Cooperação Portugal – Tunísia (LNEC – I.N.R.G.R.E.F., Institut National de Recherches en Genie Rural, Eaux et Forets).

Palavras-Chave: Águas subterrâneas, intrusão marinha, modelação matemática, recarga artificial.

GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NO PROCESSO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DE CABO VERDE: A STUDY CASE - ILHA DE SANTIAGO.

Marize Freitas de Almeida GOMINHO

Eng.ª em Gestão dos Recursos Hídricos, Tel.: (00238) 2613974 - mariseg@ingrh.gov.cv, Cabo Verde

RESUMO

Resultado de uma pesquisa sobre a gestão de recursos hídricos na ilha de Santiago, Cabo verde. A pesquisa visa verificar a sustentabilidade das políticas de recursos hídricos em Cabo Verde, mais concretamente nas zonas áridas e semi áridas da ilha de Santiago. Sem o controle da água, não há possibilidade de desenvolvimento no semi-árido. Parte-se da hipótese de que a Administração Publica adopta práticas prejudiciais à convivência do homem nessas regiões. A aplicação de questionários com a utilização da escala Likert e questões abertas, possibilitou seleccionar um universo das Instituições que lidam com a questão dos recursos hídricos na ilha de Santiago. Além das Instituições públicas, foram seleccionadas as organizações da sociedade civil, universidades, ONGs e profissionais no ramo. Os dados obtidos apontam para a confirmação da hipótese, o que exige novos parâmetros na gestão do recurso mais importante para o desenvolvimento da região. Como resultado, merece destaque a obtenção de um modelo de acções que indica práticas voltadas para o desenvolvimento sustentável e o registo de soluções que vem sendo adoptada em algumas bacias hidrográficas que demonstram que existem soluções sustentáveis para o semi-árido Cabo-verdiano.

Palavras-chave: Gestão dos Recursos Hidricos, Desenvolvimento Sustentável e Inovação no Semi-Arido.

ABSTRACT

This work is the result of a research about water management in Cape Verde. Its objective was to verify the sustainability of the water resource policies in Santiago. Without the water control, there is no possible development in semi-arid regions. There is an underlying hypothesis stating that Public Administration adopts policies harmful to human living in the region. This research consisted of the application of questionnaires with the use of the Likert scale and open questions. The interviews were made with the universe of the Institutions dealing with water resources. Beyond the public Institutions, organizations of the civil society, universities, NGOs, professionals were interviewed. The collected data confirm the initial hypothesis, what requires new parameters in the management of the most important resource for the development of the region. This research backs the need for a new model to achieve the sustainable development and the need for a new model to achieve the sustainable development.

Keywords: *Water Resources Management, Sustainable Development and Innovation in Semi-Arid Regions.*

UTILIZAÇÃO DE METODOLOGIAS INTEGRADAS NA PRODUÇÃO DA CARTA GEOAMBIENTAL DA CIDADE DA BEIRA, MOÇAMBIQUE

Resultados Preliminares

Judite FERNANDES (1); Maria João BATISTA (1); Elsa RAMALHO (1); Lídia QUENTAL (1); Ruben DIAS (1); Tomás OLIVEIRA (1); Grácio CUNE (2); Elias DAUDI (2); Dino MELISSE (2); Ussene USSENE (2); Vitor MANHIÇA (2);

(1) LNEG, Laboratório Nacional de Energia e Geologia – Unidade de Águas Subterrâneas, Alfragide, Portugal; (2) DNGM, Direcção Nacional de Geologia de Moçambique, Maputo, Moçambique.

RESUMO

A cidade da Beira, em Moçambique, localizada na foz do Rio Pungué, constitui um núcleo urbano de elevada densidade e complexidade, com uma ocupação humana superior a 400000 habitantes. No perímetro urbano estão identificados problemas como a degradação do edificado urbano, a ocupação desordenada da sua cintura envolvente, abastecimento de água potável e condições sanitárias deficientes em muitos locais, que suscitam grande preocupação nas autoridades provinciais e nacionais.

Esta preocupação deu origem à execução de um projecto de cooperação entre Moçambique e Portugal, que se sintetiza na Carta Geoambiental da Beira, na escala 1/50000, em fase final de preparação, cujo objectivo principal consiste na avaliação dos problemas ambientais da cidade ao nível da contaminação de águas e solos, os decorrentes da exploração do Porto da Beira, e de processos geológicos naturais, dos quais se destacam as intrusões salinas. Pretende-se que esta Carta constitua uma ferramenta que sirva de suporte à implementação de políticas governamentais visando a exploração sustentada de águas subterrâneas e de recursos minerais, bem como planos de ordenamento do território e de protecção ambiental.

Neste trabalho, além de uma abordagem genérica às metodologias utilizadas, são apresentadas algumas conclusões preliminares relevantes acerca da zona em geral e das zonas ambientalmente críticas, onde incidiram investigações de pormenor. Assim, foi utilizado um conjunto de metodologias interdisciplinares que envolveram a análise detalhada de imagens de satélite multiespectrais LANDSAT e ASTER que permitiram i) a classificação da ocupação do solo com base nas classes do Corine Land Cover e,ii), comprovar o regime acrecionário do rio Pungué e as modificações da linha de costa através de um estudo multitemporal. No terreno, realizaram-se levantamentos geológicos regionais e campanhas para caracterização geoquímica de águas subterrâneas, solos e sedimentos de linhas de água e de canal. Foram quantificados os elementos maiores, menores e vestigiais, e feita a análise qualitativa dos compostos orgânicos. Nas áreas ambientalmente críticas efectuou-se geofísica de superfície através do método electromagnético Geonics EM-34.

Pela sua importância enquanto suporte habitacional de uma larga franja populacional da cidade da Beira e pelas características particulares que lhe conferem uma elevada vulnerabilidade, foi dada especial atenção aos bairros populacionais da zona da Manga, de Munhava e de Praia Nova.

Palavras-chave: Cartografia Geoambiental, Beira, Moçambique.

THE DRIEST INHABITED CONTINENT ON EARTH AND GETTING DRIER: SOME SUCCESSES AND ONGOING CHALLENGES FOR WATER REFORM IN AUSTRALIA

Jeff CAMKIN

University of Western Australia / Cooperative Research Centre for Irrigation Futures / UNESCO-IHP HELP Program, Jeff.camkin@gmail.com

ABSTRACT

Australia is the driest inhabited continent on earth and global climate modelling suggests that much of it will become drier, and hotter. In many places, such as the Murray Darling Basin and the south west of Western Australia, it appears that these impacts are already being felt.

Over the last 15 years Australia has been reforming the way it manages its water resources. This period has seen unprecedented changes in the way Australian's think about and use water, and in the way governments are structured to manage water. It was a period when drought came to the coastal communities of Australia, with almost all capital cities on tight water restrictions. At the same time, allocations for irri gation in rural communities fell to record levels. This time it was, and continues to be, everyone's problem.

Focussing on three stories - the Murray Darling Basin, south west Western Australia, and northern Australia - this paper will present some thoughts on the key successes and ongoing challenges for water reform in Australia.

Keywords: Australia, climate change, water reform, water resource management.

SESSÃO 18

4.ª feira, dia 24 de Março

14:30 – 16:30

SALA MADEIRA

NOVOS CONHECIMENTOS E INOVAÇÃO NO SECTOR DA ÁGUA

MONITORIZAÇÃO DE ÁGUAS INTERIORES

SERÃO OS ENSAIOS DE COMPARAÇÃO INTERLABORATORIAL UMA FERRAMENTA DE COMPARABILIDADE NA PERSPECTIVA DA DIRECTIVA – QUADRO DA ÁGUA?

Maria A. TRANCOSO

Doutora em Química, LNEG – Estrada do Paço do Lumiar, 1649-038 Lisboa, +351 210 924 755, maria.trancoso@ineti.pt

Ana R. SOUSA

Mestre em Química Analítica Aplicada, LNEG – Estrada do Paço do Lumiar, 1649-038 Lisboa, +351 210 924 755, rita.sousa@ineti.pt

Filomena MOURO

Mestre em Engenharia Química - Analitica Aplicada, LNEG – Estrada do Paço do Lumiar, 1649-038 Lisboa, +351 210 924 755, filomena.mouro@ineti.pt

Sandra CALISTO

Mestre em Engenharia Química - Analitica Aplicada, LNEG – Estrada do Paço do Lumiar, 1649-038 Lisboa, +351 210 924 755, sandra.catarina@ineti.pt

Zélia FIGUEIREDO

Eng.ª Química, LNEG – Estrada do Paço do Lumiar, 1649-038 Lisboa, +351 210 924 755, zelia.figueiredo@ineti.pt

RESUMO

A Directiva-Quadro da Água (DQA) [DIRECTIVA 2000/60/CE] visa a conservação e melhoria do ambiente aquático na Comunidade e pretende assegurar a utilização sustentável da água em toda a Europa, bem como a eliminação de substâncias poluentes prioritárias. Neste âmbito, deve demonstrar-se, até 2015, o "bom estado" de todas as águas europeias, sendo necessário assegurar a comparabilidade dos sistemas de monitorização do estado ecológico e químico destas águas.

A comparabilidade de resultados de medição exige que sejam rastreaveis a uma mesma referência, o que é possível através da participação de laboratórios em ensaios de comparação interlaboratorial (ECI).

Neste trabalho especificam-se os diferentes modos usados pelas entidades fornecedoras de ECI's para a selecção do valor atribuído, a sua incerteza padrão, bem como o respectivo desvio padrão. A partir de parâmetros estatísticos, avaliou-se o desempenho do laboratório em ECI's relativos aos elementos gerais da qualidade do estado das águas estabelecidos na DQA: salinidade, estado de acidificação, condições de nutrientes e alguns metais. Avalia-se em que condição é possível a comparabilidade das medições, tendo-se verificado que esta depende da indicação do valor alvo referência, com rastreabilidade metrológica. Discute-se o posicionamento dos laboratórios de calibração potenciais no estabelecimento da cadeia de rastreabilidade metrológica.

Palavras-chave: Directiva-Quadro da Água, Rastreabilidade, Comparabilidade, Ensaios de Comparação Interlaboratorial.

REDE DE MONITORIZAÇÃO INSTALADA NA ZONA SENSÍVEL DA ALBUFEIRA DE VALÊNCIA, ESPANHA

Objectivos, descrição do sistema instalado e planos de futuro

Pedro AGOSTINHO

Qualitas Instruments Lda., Av. 5 de Outubro Nº 72, 6º C, 1050-063 Lisboa, +351.918991777, pedro.agostinho@qualitasinstruments.com

Juan Carlos GALEANO

Qualitas Instruments S.A., c/ Toronga 31, 28043 Madrid, Espanha, juan.galeano@qualitasinstruments.com

RESUMO

A Albufeira, localizada a cerca de 15km da cidade de Valência, é o maior lago da península Ibérica. É uma zona protegida, submetida a grandes pressões devido ao desenvolvimento industrial e urbano, assim como dos pesticidas provenientes das plantações de arroz. Devido a esta situação, a Confederação Hidrográfica do Júcar decidiu instalar uma rede de monitorização de caudal, tendo em vista o desenvolvimento sustentável da Albufeira.

Desde 2005 que a Qualitas trabalha de perto com a Confederação Hidrográfica do Júcar sobre a Albufeira de Valência, cooperação que se tem mostrado extremamente grata graças à receptividade da Confederação no que toca a novas tecnologias e a novos procedimentos de trabalho.

Foi assim desenvolvida uma rede de monitorização de caudal e nível que, após ter sofrido algumas actualizações e expansões, conta actualmente com 12 pontos de aquisição de dados, localizados principalmente nos canais de entrada e saída da Albufeira.

Foram apresentadas restrições ao sistema instalado tais como o reduzido impacto ambiental dos equipamentos de medida e electrónica associada, assim como uma elevada qualidade nos dados adquiridos.

Em cada ponto de medida foi elaborado um estudo que visou analisar secções de medida e o fundo dos canais (profundidades e existência de lama/vegetação), de forma a se perceber qual a melhor forma de instalar o sensor. Para medição de velocidades de escoamento e cálculo de caudais, foram considerados perfiladores Doppler acústico.

A experiência do estudo prévio, instalação e operação da rede de monitorização em tempo real é apresentada, assim como os planos de futuro.

Palavras-chave: Monitorização, tempo-real, caudal, Albufeira, rio Júcar.

COMPOSTOS ORGÂNICOS EMERGENTES NAS ORIGENS DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO – UM RISCO DESCONHECIDO?

Ana PENETRA

Licenciada em Química Tecnológica, EPAL, Laboratório Central, Rua do Alviela, 12, 1170-012 Lisboa, Portugal, +351218100242, apenetra@epal.pt

Alexandre RODRIGUES

Licenciado em Química Tecnológica, EPAL, Laboratório Central, Rua do Alviela, 12, 1170-012 Lisboa, Portugal, +351218100244, alexrodr@epal.pt

Vítor VALE CARDOSO

Licenciado em Ciências Farmacêuticas, EPAL, Laboratório Central, Rua do Alviela, 12, 1170-012 Lisboa, Portugal, +351218100241, vitorcar@epal.pt

Elisabete FERREIRA

Licenciada em Biologia, EPAL, Laboratório Central, Rua do Alviela, 12, 1170-012 Lisboa, Portugal, +351218100218, elisabr@epal.pt

Maria João BENOLIEL

Licenciada em Engenharia Química Industrial, EPAL, Laboratório Central, Rua do Alviela, 12, 1170-012 Lisboa, Portugal, +351218100224, mjbenol@epal.pt

RESUMO

Os compostos emergentes são assim designados por serem novos poluentes no meio ambiente, os quais fazem parte da composição química de muitos produtos usados no dia-a-dia. Nem todos os compostos se encontram actualmente regulamentados, mas poderão tornar-se candidatos em futuras regulamentações, dependendo da investigação efectuada sobre os seus potenciais efeitos na saúde humana e animal e da sua ocorrência no meio ambiente. Fazem actualmente parte desta lista os resíduos de produtos farmacêuticos e de produtos de higiene pessoal, hormonas e esteróides, surfactantes e seus metabolitos, retardantes de chama, aditivos industriais e aditivos da gasolina.

Em Portugal, as águas doces superficiais e subterrâneas destinadas à produção de água para consumo humano têm de estar em conformidade com o Decreto-Lei nº 236/98, de 1 de Agosto, resultante da transposição da Directiva Comunitária 80/778/CEE, de 15 de Julho. Neste Decreto-Lei não se encontra contemplada a monitorização dos denominados compostos emergentes. Contudo, alguns desses compostos já se encontram incluídos na lista de substâncias prioritárias do Anexo X da Directiva-Quadro da água 2000/60/CE, nomeadamente os éteres difenílicos bromados, cloroalcanos, nonilfenol e octilfenol.

Neste trabalho são descritas as origens e efeitos sobre a saúde e ambiente de alguns compostos emergentes, bem como as técnicas analíticas utilizadas pela EPAL para a sua monitorização em águas. Apresenta-se ainda os dados referentes a campanhas de amostragem de 2008 para análise de dez compostos emergentes (hormonas, esteróides, surfactantes e Bisfenol A) nas origens de água da EPAL.

Palavras-chave: águas brutas, compostos emergentes, monitorização.

DEFINIÇÃO DE ÍNDICES DE QUALIDADE DE SERVIÇO EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

António A. L. S. DUARTE

Professor Auxiliar, Universidade do Minho, Departamento de Engenharia Civil, Campus de Gualtar, 4710-057 Braga, aduarte@civil.uminho.pt

Gisela M. C. RODRIGUES

Eng.ª Civil, Mestre em Eng.ª Municipal, Câmara Municipal de Felgueiras, Praça da República – Margaride, 4610-116 Felgueira, giselamcr@gmail.com

Rui A. R. RAMOS

Professor Associado, Universidade do Minho, Departamento de Engenharia Civil, Campus de Gualtar, 4710-057 Braga, rui.ramos@civil.uminho.pt

Isabel BENTES

Professora Associada, UTAD, Departamento de Engenharias, Quinta de Prados. 5001-801 Vila Real, ibentes@utad.pt

RESUMO

A prestação de um serviço como o abastecimento de água, um bem público essencial á vida, deve reger-se por um conjunto de princípios de onde se destacam a universalidade de acesso, a continuidade e qualidade de serviço, a eficiência e a equidade de preços. Para garantir a salvaguarda destes princípios e o uso sustentável da água, houve a necessidade introduzir mecanismos de regulação desse, que apresenta a particularidade de ser um monopólio natural.

A Entidade Reguladora dos Sistemas de Águas e Resíduos (ERSAR) implementou um sistema de avaliação de desempenho das entidades gestoras (EG) baseado em indicadores relativos à defesa do interesse dos utilizadores, sustentabilidade da entidade gestora e sustentabilidade ambiental. Desde 2004, o ERSAR tem vindo a atribuir classificações qualitativas relativas ao desempenho das EG reguladas, de acordo com intervalos quantitativos pré-definidos para cada indicador de desempenho.

O trabalho aqui apresentado tem como principal objectivo contribuir para a melhoria do modelo de avaliação de desempenho existente, através do desenvolvimento e aplicação dum método quantitativo e agregador. Para esse efeito, procedeu-se à definição e cálculo de índices (sectoriais e global) de qualidade de serviço em sistemas de abastecimento de água, com base numa metodologia de análise multicritério, resultando o valor desses índices duma criteriosa combinação das pontuações normalizadas de cada indicador de desempenho considerado no actual sistema da ERSAR.

Além de esses índices facilitarem a aplicação de estratégias de *benchmarking*, a sua desejável integração em sistemas de suporte à decisão, associados à gestão patrimonial de infra-estruturas de saneamento básico poderá, ser um instrumento muito útil para as EG na identificação dos seus desempenhos mais críticos e/ou a melhorar, bem como na definição das suas prioridades de investimento e de planos operacionais de reabilitação.

Palavras-chave: sistemas de abastecimento de água, indicadores de desempenho, análise multicritério, índice global de qualidade de serviço, gestão patrimonial.

POTENCIALIDADES DE UTILIZAÇÃO DA ÁGUA CINZENTA EM FINS URBANOS NÃO POTÁVEIS IN SITU

Cristina MATOS

Professora Auxiliar, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Escola de Ciência e Tecnologia, Departamento de Engenharias, Quinta de Prado, 5000 Vila Real, crismato@utad.pt

Ana SAMPAIO

Professora Auxiliar, Centro de Investigação e Tecnologias Agro-Ambientais e Biológicas (CITAB), Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Quinta de Prado, 5000 Vila Real, asampaio@utad.pt

Isabel BENTES

Professora Associada, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Escola de Ciência e Tecnologia, Departamento de Engenharias, Quinta de Prado, 5000 Vila Real, ibentes@utad.pt

RESUMO

As descargas de autoclismos, a lavagem de veículos e de pavimentos, a rega de jardins e similares, são usos em que a quantidade de água exigida é elevada e onde a qualidade pode ser inferior à da água potável, constituindo fins potenciais de reutilização numa habitação unifamiliar. A utilização de águas cinzentas *in situ*, águas provenientes dos diversos aparelhos sanitários, excluindo as sanitas, pode revelar-se uma prática a considerar desde que a sua quantidade e qualidade seja suficiente para suprir a procura para os fins acima referidos. Neste contexto, um estudo quantitativo e qualitativo da água obtida nos diversos aparelhos sanitários permite utilizar a que apresenta melhores características e que à partida exigirá um menor grau de tratamento.

No presente trabalho apresenta-se a caracterização quantitativa da oferta e da procura, bem como a caracterização físico-química e microbiológica das águas cinzentas totais, das águas cinzentas claras e das águas cinzentas por aparelho sanitário.

Face aos resultados obtidos, pode concluir-se que para reutilização seria melhor separar as águas cinzentas provenientes das cozinhas e lavandaria das restantes origens com vista à formação de uma água cinzenta clara que teria por si só uma melhor qualidade, podendo, de qualquer modo, não dispensar um tratamento, mesmo que simplificado.

Dependendo da tipologia da habitação e da quantidade de áreas verdes ajardinadas, a oferta de águas cinzentas é suficiente para suprir os consumos de água nos autoclismos, para lavagem de veículos e como complemento à rega.

Existem várias possibilidades de reutilização, que podem ser consideradas, de forma a tirar o máximo partido da água cinzenta. Uma vez que a água cinzenta gerada numa habitação é superior às necessidades, a sua pode ser melhorada tendo em conta a separação de origens, reutilizando somente parte dessa água, ou seja, aquela que mostrar melhor qualidade.

Palavras-Chave: utilização não potável, água cinzenta, reutilização.

CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DAS ESCORRÊNCIAS DA A22 VIA INFANTE DE SAGRES, NA ZONA DE ALCANTARILHA

Ana Estela BARBOSA

Ph.D. e European Doctorate Degree em Biotecnologia e Engenharia do Ambiente, Investigadora Auxiliar, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, aestela@lnec.pt

João Nuno FERNANDES

Eng.º Civil , Bolseiro de doutoramento , LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, jnfernandes@lnec.pt.

RESUMO

O projecto G-Terra, "Directrizes para a gestão integrada da poluição das escorrências de estradas em Portugal", tem como tarefa a monitorização de escorrências em estradas nacionais. Esta comunicação apresenta resultados do caso de estudo do Algarve, a A22 Via do Infante de Sagres, cujas escorrência foram monitorizadas pelo LNEC com o apoio da Euroscut - Sociedade Concessionária da Scut do Algarve, S.A.. O local seleccionado (Figura 19) encontra-se junto ao Nó de Alcantarilha.

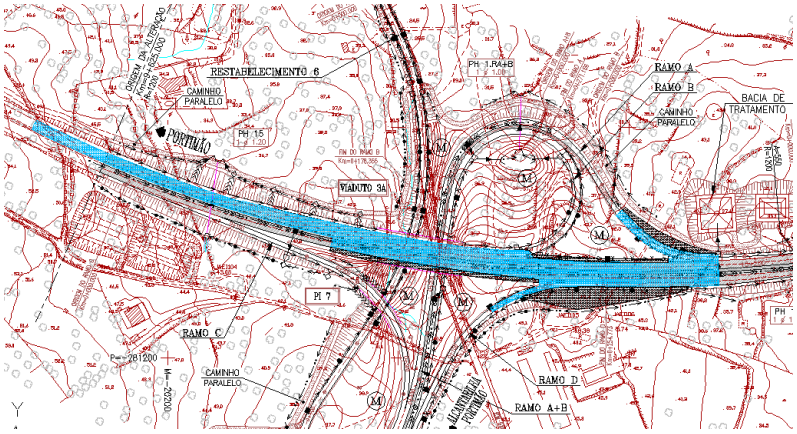


Figura 19 – Excerto da planta do projecto de drenagem da A22 na zona em estudo, assinalando-se as áreas que drenam para o ponto de monitorização.

A área de drenagem total é de 15422 m^2, dos quais 13159 m^2 são impermeáveis. Utilizou-se um equipamento automático; os dados de precipitação e escoamento foram registados cada 5 minutos e as amostras recolhidas de acordo com uma programação. O TMDA dos meses de monitorização (Janeiro a Março de 2009) foi de 19201. Recolheram-se 76 amostras relativas a 10 chuvadas. A análise dos volumes dos eventos monitorizados (Quadro 1) permitiu verificar que, com excepção do evento 9, em todas as situações o volume precipitado é superior ao volume escoado na conduta, conforme é expectável. Verifica-se que, para a maioria dos casos, as amostras foram efectuadas ao longo de todo o evento de escoamento (percentagens perto de 100%), obtendo-se assim uma boa caracterização dos mesmos. O volume médio dos eventos monitorizados foi de 23 m^3.

As amostras foram analisadas para um conjunto de 18 parâmetros (Quadro 2). Antes dos cálculos foram efectuados substituições das concentrações abaixo do Limite de Quantificação, de acordo com uma metodologia estabelecida no G-Terra. Verificou-se que uma amostra de CQO excedeu o Valores Limite

de Emissão (VLE) para a descarga de águas residuais (Decreto-Lei n.º236/98), o mesmo acontecendo para 30% e 41% das concentrações de SST e Fe, respectivamente. As escorrências da A22 não manifestam a habitual relação de grandezas entre concentrações de metais pesados, sendo as de Cu bastantes reduzidas e da mesma ordem de grandeza das de Pb. Os resultados serão, no futuro próximo, sujeitos a análises estatísticas adicionais, pesquisando-se também a existência de tendências e padrões entre diferentes estradas nacionais.

Apenas foi possível efectuar este trabalho graças a uma cooperação muito profícua que foi estabelecida com a Euroscut, sendo esta a primeira experiência do LNEC na monitorização à distância. Exigiu um esforço considerável de ambas as partes, tendo o resultado atingido as expectativas.

Quadro 1 – Resumo dos eventos da A22

Evento	Data de início	Período seco antecedente		$V_{prec} = A \times P$ (m^3)	$V_{esc} = Q \times t$ (m^3)	V_{prec} / V_{esc}	% do escoamento com amostragem
		(horas)	(dias)				
1	13-01-2009 9:10	252	10,5	42,1	12,8	3,3	94
2	15-01-2009 9:30	45	1,9	31,6	4,3	7,3	100
3	19-01-2009 16:25	86	3,6	13,2	3,9	3,4	100
4	20-01-2009 7:35	15	0,6	31,6	10,4	3,0	6
5	22-01-2009 8:30	43	1,8	129,0	70,7	1,8	35
6	02-02-2009 17:10	16	0,7	18,4	3,2	5,7	100
7	03-02-2009 17:05	21	0,9	105,3	43,3	2,4	74
8	04-02-2009 20:50	5	0,2	10,5	7,4	1,4	97
9	10-02-2009 5:00	65	2,7	18,4	40,6	0,5	100
10	02-03-2009 19:40	490	20,4	42,1	41,1	1,0	100

Quadro 2 – Resumo dos dados de qualidade das escorrências da A22, para os parâmetros onde se verificaram valores não quantificados que foram substituídos usando o método ROS ou o LD/2

Parâmetro	N.º Amostras	Média	Mínimo	Máximo	Desv. Padrão
pH	76	7,9	7,2	8,3	0,2
Cond (20° C)	76	209,6	85,0	355,0	59,7
SDT (mg/l)	76	164,6	66,0	275,0	46,7
CQO (mg/l)	75	39,7	6,3	226,0	31,4
CBO_5 (mg/l) (1)	1	-	-	-	-
Dur.Tot. (mg $CaCO_3$/l)	67	94,4	50,0	158,0	25,3
SST (mg/l)	65	58,8	2,5	220,0	42,2
N Kjeldahl (mgl)	64	3,2	0,5	10,0	1,9
P Tot (mg/l)	67	0,14	0,02	0,6	0,1
COT (mg/l)	66	18,5	6,0	38,0	6,5
Cloretos (mg/l)	67	25,3	4,0	90,0	17,5
Óleos e Gord (mg/l)	57	1,7	0,3	3,9	1,0
Fe (mg/l)	75	1,950	0,280	6,627	1,257
Zn (mg/l)	73	0,167	0,044	0,464	0,084
Cu (mg/l)	76	0,023	0,009	0,046	0,007
Pb (mg/l)	72	0,023	0,009	0,049	0,008
Cr (mg/l)	2	-	0,017	0,057	-

(1) O único valor de CBO_5 quantificado foi de 11 mg/l

(2) O Cd não foi detectado em nenhuma das 76 amostras analisadas.

SESSÃO 19

4.ª feira, dia 24 de Março

14:30 – 16:30

SALA MOÇAMBIQUE

PROTECÇÃO E QUALIDADE DA ÁGUA E DOS ECOSSISTEMAS

ÁGUA E AGRICULTURA

ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO DO RIVER HABITAT SURVEY NOS AÇORES

Carlos MEDEIROS

Biólogo, Direcção Regional do Ordenamento do Território e dos Recursos Hídricos, Secretaria Regional do Ambiente e do Mar, Av. Antero de Quental n.º 9-C, 2.º, PT – 9500 Ponta Delgada, Carlos.FR.Medeiros@azores.gov.pt

Renato VERDADEIRO

Eng.º Biológico, Direcção Regional do Ordenamento do Território e dos Recursos Hídricos, Secretaria Regional do Ambiente e do Mar, Av. Antero de Quental n.º 9-C, 2.º, PT – 9500 Ponta Delgada, Renato.SV.Marques@azores.gov.pt

Dina PACHECO

Bióloga, Direcção Regional do Ordenamento do Território e dos Recursos Hídricos, Secretaria Regional do Ambiente e do Mar, Av. Antero de Quental n.º 9-C, 2.º, PT – 9500 Ponta Delgada, Dina.MD.Pacheco@azores.gov.pt

José Virgílio CRUZ

Professor Auxiliar, Departamento de Geociências da Universidade dos Açores, Rua da Mãe de Deus, 13-A PT – 9500-801 Ponta Delgada, jvc@uac.pt

Vítor GONÇALVES

Professor Auxiliar, Departamento de Biologia da Universidade dos Açores, Rua da Mãe de Deus, 13-A PT – 9500-801 Ponta Delgada,vitorg@uac.pt

RESUMO

O regime jurídico do licenciamento da utilização dos recursos hídricos, decorrente da Lei n.º 58/200, de 29 de Dezembro (Lei da Água), implica a aplicação dos regulamentos dos instrumentos de gestão, quando disponíveis, assim como o cumprimento dos princípios consagrados naquela Lei. No entanto, e atendendo à complexidade do tema, há muitas questões de forma que ficam ao critério dos avaliadores, importando estabelecer metodologias capazes de diluir eventuais diferenças de juízos de valor por parte dos técnicos da administração pública, garantindo gradualmente uma maior coerência de actuação na avaliação técnica de situações análogas.

Foi testada nos Açores a aplicabilidade da metodologia *River Habitat Survey*, para efeitos da caracterização morfológica das ribeiras do arquipélago, perspectivando a sua utilização como suporte à tomada de decisão na gestão dos recursos hídricos. Esta avaliação consistiu na observação directa e na realização de transeptos em cursos de água nas ilhas de Santa Maria e São Miguel.

Numa primeira análise, a maioria das características previstas no formulário foi observada após a realização de um pequeno número de transeptos. Por outro lado, foram observadas algumas características específicas dos cursos de água dos Açores, não contempladas no formulário, e que serão determinantes quer para a gestão dos recursos hídricos em geral, quer para a definição de habitats em particular. Assim, conclui-se que o RHS será aplicável nos Açores, mediante alguns ajustamentos no formulário.

Palavras-chave: River Habitat Survey, caracterização morfológica, apoio à decisão, Açores.

ESTUDOS PRELIMINARES DE POPULAÇÕES DE MEXILHÃO-DE-RIO (*MARGARITIFERA MARGARITIFERA* L.) NOS RIOS RABAÇAL E TUELA (NORDESTE DE PORTUGAL): ANÁLISE DO HABITAT E DA QUALIDADE DA ÁGUA E SEDIMENTOS

Amílcar TEIXEIRA

Prof. Adjunto, IPB, CIMO, Campus de Stª Apolónia, Apartado 1172, 5301-855 Bragança, +351.273303316, amilt@ipb.pt

Manuel LOPES-LIMA

Licenciado, CIIMAR, ICBAS - Univ. Porto, Largo Prof. Abel Salazar, 2, 4099-003 Porto, lopeslima@aquicultura.com

Jorge MACHADO

Prof. Associado, ICBAS - Univ. Porto, Largo Prof. Abel Salazar, 2, 4099-003 Porto, jmachado@icbas.up.pt

Mariana HINZMANN

Mestre, CIIMAR, ICBAS - Univ. Porto, Largo Prof. Abel Salazar, 2, 4099-003 Porto, mhinzmann@bio.ua.pt

Rui M.V. CORTES

Prof. Catedrático, UTAD, CITAB, Apartado 1013, 5001-801 Vila Real, rcortes@utad.pt

Simone VARANDAS

Prof. Auxiliar, UTAD, CITAB, Apartado 1013, 5001-801 Vila Real, simonev@utad.pt

Filipa ANTUNES

Mestre, CIIMAR, ICBAS - Univ. Porto, Largo Prof. Abel Salazar, 2, 4099-003 Porto, filipasgantunes@gmail.com

RESUMO

Permanecem pouco estudadas as condições ecológicas dos rios Rabaçal e Tuela que permitem a existência de populações viáveis de mexilhão-de-rio (*Margaritifera margaritifera* L.). Estudos preliminares realizados no Verão de 2009 permitiram caracterizar o habitat e microhabitat usado pela espécie assim como a qualidade da água e sedimentos. Relativamente ao habitat foi aplicada a metodologia RHS (River Habitat Survey) complementada com uma análise do microhabitat. Realizaram-se 30 transeptos por cada troço de rio seleccionado e determinaram-se as variáveis profundidade, substrato dominante e sub-dominante, velocidade da corrente medida na coluna de água e no leito, e cobertura em cada área amostrada (0,25 cm^2). A *M. margaritifera* apresentou uma distribuição espacial não aleatória, concentrando-se em zonas específicas. As curvas de preferência permitiram detectar diferenças entre os juvenis, presentes maioritariamente em habitats com corrente, menor profundidade e substrato grosseiro (pedras e seixos), e os adultos, de distribuição mais ampla, capazes de colonizar zonas lênticas, com maior profundidade, ausência de corrente e substrato de granulometria fina (areias). Relativamente à qualidade da água detectaram-se baixos teores em sais dissolvidos (condutividade < 50 $\mu S.cm^{-1}$), nutrientes (N-Total <0,2 mg/L) e materiais particulados (POM <3 mg/L e PIM <0,01mg/L). Foi detectada ainda uma baixa concentração microbiana na água e sedimento que indica alguma influência antropogénica. Como medida de conservação da

espécie nestes rios afigura-se essencial a monitorização da qualidade da água, do habitat, dos efeitos da regularização e sobrepesca com o intuito de evitar a regressão assinalada noutros rios de Portugal.

Palavras-chave: *Margaritifera margaritifera*, habitat, qualidade da água, sedimentos.

RELAÇÃO ENTRE POLUIÇÃO DIFUSA E QUALIDADE DA ÁGUA EM SUB-BACIAS DO RIO VOUGA

José FIGUEIREDO DA SILVA

Professor Auxiliar no Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro,

3810-193 Aveiro, Tel. 234 370200, e-mail jfs@ua.pt

Juliana M.F. SANTOS

Aluna de Mestrado no Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro,

3810-193 Aveiro, Tel. 234 370200, e-mail a31122@ua.pt

O rio Vouga constitui a principal fonte de água usada para abastecimento da população dos municípios da Ria de Aveiro. A maior captação de água localiza-se no Carvoeiro, próximo da transição entre a zona montanhosa correspondente ao Médio Vouga e a planície costeira designada por Baixo Vouga. Nos municípios de Sever do Vouga, Oliveira de Frades, Vouzela e S. Pedro do Sul, existem algumas áreas urbanas importantes e persistem áreas rurais com elevada dispersão. A floresta cobre a maior parte deste território, a agricultura de minifúndio ocupa cerca de 20% da área e a produção de aves tem grande expressão. A concentração de sólidos suspensos na água do rio Vouga excede a norma para consumo humano sendo a captação de água no Carvoeiro realizada em poços e furos, que fornecem água filtrada pelo sedimento do leito do rio. A carga de sólidos suspensos presentes na água do rio Vouga, provem de processos erosivos que ocorrem na área da sua bacia e também do crescimento de plancton, cuja abundância aumenta com o enriquecimento em nutrientes.

Com o objectivo de relacionar a de qualidade da água superficial com os tipos de ocupação do território, foram estudadas as características hidrológicas e de uso do solo nas bacias do médio Vouga e caracterizada a qualidade da água em 9 afluentes e em 4 locais do curso do médio Vouga. A amostragem foi realizada em Novembro de 2007, Janeiro e Abril de 2008, cobrindo o período de maior pluviosidade durante o qual tem maior importância a poluição difusa. Os resultados de alguns indicadores de qualidade da água traduzem as diferenças identificadas no uso do solo, mas são especialmente agravados pela ocorrência de descargas pontuais de ETAR. Os afluentes em que a qualidade da água se mostrou mais elevada, casos das ribeiras de Alombada, de Landeira e do rio Teixeira, têm uma ocupação com uma densidade populacional inferior a 50 habitante/km^2. A possibilidade de captar água de elevada qualidade, que não foi considerada no planeamento de recursos hídricos, pode ganhar importância no contexto de aumento da escassez de água.

Palavras-chave: uso do solo, qualidade da água, nutrientes, sólidos em suspensão, poluição agrícola.

ORIENTAÇÕES PARA A ELABORAÇÃO DE PROJECTOS DE DRENAGEM DOS BLOCOS DE REGA DO EMPREENDIMENTO DE FINS MÚLTIPLOS DE ALQUEVA (EFMA)

M. H. ALVES

Eng.ª Ambiente, Administração de Região Hidrográfica do Tejo, I.P. (ARH do Tejo, I.P.), Rua Braamcamp, 7 , 1250-048 Lisboa helena.alves@ahtejo.pt

J. VASQUEZ, J. Costa MIRANDA, A. CARVALHO

Engº Civil, Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas do Alqueva (EDIA), SA, Rua Zeca Afonso, 2, 7800 – 522 Beja, jvazquez@edia.pt; jmiranda@edia.pt; acarvalho@edia.pt

T. FERREIRA

Eng.ª Biofísica, Instituto da Água (INAG, I.P.) Av. Almirante Gago Coutinho, nº 30 - 1049-066 Lisboa, Teresaf@inag.pt

C. MARTINS

Arq. Paisagista, Comissão de Coordenação da Região Alentejo (CCDR Alentejo), Avenida Engenheiro Arantes e Oliveira, 193, 7004-514 Évora, cristina.martins@ccdr-a.gov.pt

M. BARROS

Eng. Ambiente, Agência Portuguesa do Ambiente (APA), Rua da Murgueira, 9/9A - Zambujal - Ap. 7585 - 2611-865 Amadora, marinha.barros@apambiente.pt

J. CAMPOS, M. S. J. PINELA, P. CUNHA, H. DIAS, J. PEREIRA, M. FRAZÃO

Direcção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural (DGADR), Av. Afonso Costa, 3 - 1949-002 Lisboa

jcampos@dgadr.pt; mpinela@dgadr.pt,; pcunha@dgadr.pt;hdias@dgadr.pt; qpereira@dgadr.pt; mfrazao@dgadr.pt

P. ROCHA

Biólogo, Instituto de Conservação da Natureza e Biodiversidade (ICNB), Parque Natural do Vale do Guadiana, Mértola 7750; rochap@icnbpt

RESUMO

Os projectos de drenagem do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva (EFMA) têm como objectivos proteger contra as inundações os solos agrícolas e as culturas Outono-Invernais, bem como as infra-estruturas hidroagrícolas, criando condições para possibilitar uma drenagem adequada dos terrenos integrantes do perímetro, excluindo-se destas intervenções os charcos temporários mediterrânicos.

As redes de drenagem são estabelecidas com base na rede hidrográfica natural envolvendo a realização, de forma sistemática, de intervenções nos cursos de água, procedendo-se à alteração das características morfológicas do leito e margens, nomeadamente através do aprofundamento e alargamento das secções transversais do curso de água, com remoção do substrato do leito, e à limpeza da vegetação do leito e das margens. Complementarmente são construídas valas.

A Directiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro de 2000, correntemente conhecida como Directiva Quadro da Água (DQA), transposta para o direito português através da Lei nº58/2005 de 29 de Dezembro (Lei da Água), e do Decreto-Decreto-Lei

nº77/2006 de 30 de Março, estabelece como objectivo alcançar o bom estado, determinado pelo bom estado químico e pelo bom estado ecológico, das águas de superfície o mais tardar em 2015.

O estado ecológico de uma massa de água superficial é expresso com base no desvio relativamente às condições de uma massa de água idêntica em condições de referência.

O estabelecimento da rede de drenagem afecta as comunidades biológicas que caracterizam o estado ecológico. Conscientes desta problemática, as entidades que em 2007, constituíam a Comissão nomeada pelo nº4 do Despacho n.º 16 226/2007, de 26 de Julho, para a Avaliação dos Estudos de Impacte Ambiental das Infraestruturas do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva (EFMA), a saber: o Instituto da Água, I.P. (INAG, I.P.), a Agência Portuguesa do Ambiente (APA), o Instituto de Conservação da Natureza e Biodiversidade (ICNB), a Direcção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural (DGADR), e a Empresa de Fins Múltiplos de Alqueva (EDIA), definiram orientações para a elaboração dos projectos de drenagem dos blocos de rega na área do EFMA, onde foram incluídas as metodologias e critérios de dimensionamento a utilizar, a tipologia de linhas de água a intervencionar, assim como os tipos de intervenção.

Com estas orientações, pretendeu-se que os projectos de drenagem para os blocos de rega do EFMA, pautando-se pelo princípio da "intervenção mínima", garantissem não só a drenagem, mas também que as massas de água intervencionadas atingissem o bom estado ecológico.

Nos cursos de água de 2ª ordem e bacia hidrográfica com uma área igual ou superior a 50 km^2, apenas foram preconizadas acções de remoção de resíduos ou de vegetação que interferisse significativamente com o escoamento, como sejam sejam troncos caídos. Pontualmente, no caso de rombos nas margens, está prevista a sua consolidação com recurso a técnicas de engenharia biofísica, se viável.

Nos cursos de água de 2ª ordem ou superior, cujas áreas das bacias hidrográficas fossem inferiores a 50 km^2, estabeleceu-se ser necessário proceder à caracterização do curso de água, envolvendo trabalho de campo e registo fotográfico, nomeadamente no que se refere a: troços com margens instáveis, troços com vegetação ripária/galerias ripárias, zonas do leito de erosão ou de sedimentação, zonas alagáveis, potencialmente alagáveis e preferencialmente inundáveis, ocupação cultural actual dos terrenos marginais. Com base nessa caracterização, e na realização de estudos hidrológicos e hidráulicos, serão identificadas e delimitadas, tanto quanto possível, as intervenções a realizar no sentido de garantir:

- A capacidade de vazão para o caudal de ponta de cheia com T = 2 anos, sendo feita uma análise caso a caso para avaliar da necessidade de considerar o caudal de ponta de cheia com T= 5 anos. Para essa análise, deve-se calcular as dimensões da secção para os períodos de retorno 2 e 5 anos, e proceder a uma análise de sensibilidade, comparando as intervenções a realizar para cada caso, tendo em conta que são admissíveis alagamentos do solo durante 2 dias, sem que ocorra prejuízos significativos nas culturas. Exceptuam-se os troços paralelos a caminhos que deverão ser dimensionados para períodos de retorno de 5 anos, assegurando, o máximo possível, a manutenção da vegetação ripária (arbustiva e arbórea) das margens.
- O transporte dos caudais sólidos afluentes ao sistema;

- A protecção das margens e fixação do leito, com recurso a técnicas de engenharia biofísica, se viável, sempre que tal constitua condição para que os solos marginais não sejam erosionados.

Estas intervenções devem traduzir-se essencialmente pelo aprofundamento dos talvegues e apenas excepcionalmente pelo alargamento do rasto, mantendo-se o máximo possível a vegetação arbórea e arbustiva, não infestante, das margens, a vegetação herbácea dos taludes, assim como a estrutura radicular da vegetação arbustiva e herbácea das margens, de modo a diminuir os riscos de erosão dos taludes e, consequentemente, o assoreamento das linhas de água.

As intervenções para protecção das margens e fixação do leito verificar-se-ão essencialmente nas curvas de menor raio e nos troços onde a velocidade de escoamento é superior à velocidade máxima permissível, nos locais onde seja necessário assegurar a estabilização de taludes (onde por limitações de espaço não seja possível utilizar outras técnicas), nas quedas e nas confluências. Como medida de protecção genérica deve-se proceder a uma sementeira sobre os taludes.

Nas zonas de sedimentação deve-se proceder à remoção do material sólido depositado, de modo a garantir boas condições de drenagem, tendo em conta que a cota de rasto é garante da manutenção do nível freático, assim como avaliados os factores que estão na origem desta situação, de modo a equacionar possíveis recomendações para evitar intervenções periódicas.

A implementação dos projecto têm sido acompanhadas *in loco* por técnicos da EDIA, no sentido garantir a minimização dos impactes da fase de obra, nomeadamente nos ecossistemas aquáticos e ribeirinhos, assim como de proceder a ajustes dos projectos quando necessário.

Palavras-Chave: Projectos de drenagem, minimização de impactes ambientais, ecossistemas aquáticos e ribeirinhos.

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO SOCIO-ECONÓMICO NA AGRICULTURA DE REGADIO: UMA APLICAÇÃO AO PERÍMETRO DE REGA DO CAIA

Rui SANTOS

CENSE, Center for Environmental and Sustainability Research, Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, 2829-516 Caparica, Portugal, rfs@fct.unl.pt

Pedro BEÇA

CENSE, Center for Environmental and Sustainability Research, Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, 2829-516 Caparica, Portugal, pmfb@fct.unl.pt

Paula ANTUNES

CENSE, Center for Environmental and Sustainability Research, Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, 2829-516 Caparica, Portugal, mpa@fct.unl.pt

Vanja KARADZIC

CENSE, Center for Environmental and Sustainability Research, Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, 2829-516 Caparica, Portugal, v.karadzic@fct.unl.pt

RESUMO

A utilização sustentável da água na agricultura é uma prioridade política global de importância vital, considerando em particular o esperado incremento da procura de água para diversas utilizações e a distribuição espacial e temporal das disponibilidades, que resultarão numa crescente escassez e consequente competição entre utilizações. A agricultura de regadio envolve aspectos muito complexos e por vezes conflituantes, como sejam, a preservação de recursos, a compatibilidade ambiental, a viabilidade económica, o conhecimento tecnológico e a aceitação social. As utilizações da água podem gerar potenciais impactes negativos de ordem económica, social e ambiental, e afectar dessa forma os utilizadores da água. Os problemas têm um especial significado nas regiões em que se verifica um maior risco de ocorrência de situações de escassez de água, como é o caso da região do Caia.

Este trabalho apresenta uma proposta de metodologia para avaliação do desempenho socio-económico de perímetros de rega (metodologia SEA). Esta metodologia pode ser aplicada em diferentes contextos de perímetros de rega, permitindo a caracterização de sistemas existentes e a comparação de diferentes opções de gestão. A abordagem proposta utiliza um conjunto de indicadores económicos e sociais, que são aplicados através de uma abordagem flexível em três níveis, considerando diferentes graus para o âmbito de avaliação, necessidade de informação e o envolvimento de *stakeholders*.

A metodologia SEA aborda questões diversas como sejam: a disponibilidade e utilização de massas de água, a eficiência de utilização de água na rega, os custos e receitas da rega, a produtividade de culturas, a participação de agricultores na gestão da água, as oportunidades sociais geradas pela agricultura e a equidade de género.

Uma aplicação da metodologia SEA é desenvolvida para o perímetro de rega do Caia, em Portugal. Os resultados obtidos permitem consubstanciar que a aplicação de metodologias de avaliação integrada de aspectos económicos, sociais e ambientais, como na metodologia SEA, fornecem informação sistemática e detalhada acerca da utilização da água na agricultura. Os resultados obtidos permitem que os diversos utilizadores e gestores da água tomem acções preventivas e proactivas no sentido de se evitarem reacções tardias a situações de escassez, e que sejam incentivados à adopção de melhores práticas de gestão da água que são fundamentais para uma gestão eficiente do recurso água e dos seus serviços.

Palavras-chave: desempenho do regadio, utilização da água, avaliação socio-económica

PROSPECÇÃO GEOFÍSICA APLICADA AO ESTUDO DO AQUÍFERO DAS CORGAS, SAZES DO LORVÃO (PENACOVA)

Fernando P. O. FIGUEIREDO

Professor Auxiliar, Centro de Geociências da Universidade de Coimbra e Departamento de Ciências da Terra - FCTUC, Largo Marquês de Pombal, 3000-272 Coimbra; +351 239 860 538, fpedro@dct.uc.pt

Lídia M. G. CATARINO

Professora Auxiliar, Centro de Geociências da Universidade de Coimbra e Departamento de Ciências da Terra - FCTUC, Largo Marquês de Pombal, 3000-272 Coimbra; +351 239 860 530, lidiagil@dct.uc.pt

José M. M. AZEVEDO

Professor Auxiliar, Centro de Geofisica da Universidade de Coimbra e Departamento de Ciências da Terra - FCTUC, Largo Marquês de Pombal, 3000-272 Coimbra; +351 239 860 545, jazevedo@dct.uc.pt

Nelson V. RODRIGUES

Professor Associado, Centro de Geociências da Universidade de Coimbra e Departamento de Ciências da Terra - FCTUC, Largo Marquês de Pombal, 3000-272 Coimbra; +351 239 860 555, nelsonr@dct.uc.pt

Jorge F. C. SERAFINO

Geólogo da Sociedade para a Exploração da Fonte das Corgas - Buçaco, S.A., Apartado nº. 109, 3360-289 Penacova; +351 231 922 605

RESUMO

A zona estudada localiza-se no flanco SW do sinclinal do Buçaco-Penacova, próximo da povoação de Sazes de Lorvão, aproximadamente a 15km da cidade de Coimbra, na direcção NE. A cerca de 400m a Sul desta povoação existe um poço com uma nascente de água, designada por Fonte das Corgas com características termais, apresentando uma temperatura constante ao longo do ano, independentemente da temperatura ambiente. Sob o ponto de vista químico esta água é de fácies carbonatada cálcica-magnesiana, hiposalina e apresenta uma temperatura estável de 21ºC.

Não há registos do seu aproveitamento como água termal, mas tem sido utilizada pela população de Sazes do Lorvão para a agricultura e alimentação de um lavadouro público.

Durante vários anos surgiram algumas empresas interessadas na sua exploração tendo sido efectuados vários estudos de prospecção desenvolvidos pela empresa A. Cavaco. Alguns dos trabalhos realizados foram de prospecção geofísica com a utilização do método eléctrico de resistividade, nunca tendo estes estudos sido conclusivos de forma a poder marcar os locais para realização de sondagens mecânicas para captação de água.

Em Novembro de 2004 o Departamento de Ciências da Terra da Universidade de Coimbra foi contactado pela actual empresa concessionária da nascente termal, Sociedade para a Exploração da Fonte das Corgas - Buçaco, S.A., para desenvolver os trabalhos de prospecção geofísica, sendo igualmente solicitado a aplicação do método eléctrico de resistividade, com a realização de sondagens eléctricas e perfis de resistividade.

Devido a condicionantes topográficas, de vegetação e outras relacionadas com a disponibilidade de acesso aos terrenos contíguos apresentou-se uma solução alternativa à utilização dos métodos eléctricos de resistividade, com a utilização do método electromagnético no domínio frequência, dando algumas garantias de que os resultados obtidos teriam fiabilidade suficiente para marcar os locais de sondagens mecânicas para pesquisa e captação de água. Esta proposta foi aceite pelo responsável técnico da empresa, desde que fosse salvaguardada uma profundidade de investigação razoável que permitisse o reconhecimento geológico/geofísico das estruturas geológicas.

Assim, na zona da nascente da Fonte das Corgas foram utilizada a prospecção electromagnética, no domínio frequência, com a qual se alcançou profundidades de investigação aparentes de aproximadamente 50m, nas primeiras 3 campanhas de prospecção geofísica.
Entretanto, a empresa foi adquirindo os terrenos na vizinhança e, após limpeza florestal, foi possível realizar outra campanha de prospecção com a utilização do método eléctrico de resistividade.
Assim foram efectuadas quatro campanhas de prospecção geofísica que tiveram por objectivo melhorar o conhecimento geológico, hidrogeológico e localizar possíveis estruturas que poderão estar associadas à circulação de águas subterrâneas, bem como definir um ou vários locais para marcação de sondagens de pesquisa e captação.
O primeiro método de prospecção geofísica utilizado no trabalho de campo foi o método electromagnético no domínio frequência, tendo sido utilizados os condutivímetros Geonics EM31 e EM34, com um espaçamento entre bobines de 3,66, 10, 20 e 40m, tendo-se atingido profundidades aparentes de investigação que variaram entre os 2,2 e os 50,6m. Com este método foram feitos 12 perfis de condutividade aparente. Posteriormente na última campanha foi utilizado o método eléctrico de resistividade, com a utilização do dispositivo Dipolo-Dipolo, para fazer duas secções de resistividade.
Da interpretação conjunta destes perfis verifica-se que todos apresentam anomalias condutivas que podem ser conjugadas em alinhamentos com uma direcção aproximadamente N-S, que está de acordo com a fracturação regional.
Para melhor entender a correlação entre as diversas anomalias dos 12 perfis de prospecção electromagnética foi construído um modelo 3D, com o suporte informático *RockWorks* onde se pode observar a existência de uma zona bastante condutiva (superior a 20mS/m) que se localiza muito próximo da nascente das Corgas, indiciando a existências de estruturas onde poderá haver circulação de água termal.
Todas as zonas anómalas definidas pelas três campanhas de prospecção electromagnética e assinaladas como descontinuidades nos 12 perfis permitiram definir os alinhamentos que correspondem a valores de elevada condutividade. As anomalias condutivas detectadas poderão ser fracturas onde circula água. No entanto, estes valores podem, também ser justificados por fracturas com preenchimento argiloso.
Os alinhamentos definidos pelas anomalias da prospecção electromagnética têm geralmente uma direcção aproximada N-S, concordante com a bibliografia de vários autores.
Foi detectado um alinhamento localizado a Este da nascente da Fonte das Corgas que poderá ser a estrutura designada por Falha das Corgas e estar relacionada com esta emergência se tivermos em atenção a sua localização em profundidade e o pendor desta estrutura.
Da análise dos resultados da prospecção electromagnética propôs-se a realização de sondagens mecânicas para prospecção, pesquisa e confirmação dos alinhamentos obtidos, tendo os resultados das sondagens sido muito promissores quer em relação aos caudais medidos, quer à qualidade da água obtida.
Como resultado da prospecção electromagnética foram marcados no terreno vários locais como potenciais para captação de água não termal e um local para captação de água termal. Foram feitas cinco sondagens mecânicas para pesquisa e confirmação das anomalias detectadas e existem actualmente dois furos com água termal e três furos com água não termal, todos relativamente próximos, o que mostra a complexidade geológica e tectónica desta zona.

Palavras-chave: Prospecção geofísica, método electromagnético, resistividade, Dipolo-Dipolo, aquífero.

RESULTADOS DE PROSPECÇÃO ELECTROMAGNÉTICA NOS DOMÍNIOS FREQUÊNCIA E TEMPO

Caso de Estudo: Montouro (Cantanhede)

Carla G. CORREIA

Eng.ª Geóloga, Centro de Geociências da Universidade de Coimbra, Largo Marquês de Pombal, 3000-272 Coimbra; +351.239.860564; e-mail: c.correia@ipt.pt

Ricardo J. L. CRUZ

Bolseiro de Investigação, Centro de Geociências da Universidade de Coimbra, Largo Marquês de Pombal, 3000-272 COIMBRA; +351.239.860538; e-mail: rjlcruz@gmail.com

Fernando P. O. FIGUEIREDO

Professor Auxiliar, Centro de Geociências da Universidade de Coimbra, Largo Marquês de Pombal, 3000-272 COIMBRA; +351.239.860538; e-mail: fpedro@dct.uc.pt

José M. M. AZEVEDO

Professor Auxiliar, Centro de Geofísica da Universidade de Coimbra, Av. Dr. Dias da Silva, 3000-134 Coimbra; +351.239.793428; e-mail: jazevedo@dct.uc.pt

Nelson V. RODRIGUES

Professor Associado, Centro de Geociências da Universidade de Coimbra, Largo Marquês de Pombal, 3000-272 Coimbra; +351.239.860555; e-mail: nelsonr@ci.uc.pt

RESUMO

Na proximidade da povoação de Montouro, concelho de Cantanhede, localiza-se uma nascente de água com valores de condutividade bem mais elevados que os dos poços vizinhos, característica que distingue esta água. Foi descoberta em 1905 por populares, que ao tentarem beber daquela água se aperceberam do seu sabor salgado. A água emerge num poço de pequenas dimensões na berma de um caminho rural, sendo conhecido como “poço salgado”.

A água mineralizada do tipo cloretada sódica, apresenta indicações terapêuticas reconhecidas, nomeadamente no tratamento de doenças de pele, e no passado foi alvo de estudos com intuito de proceder à sua exploração termal, mas os reduzidos caudais deitaram por terra as várias tentativas de cumprir esse objectivo.

A nascente está localizada a Oeste da povoação de Montouro, numa zona de baixa altitude, à cota de cerca de 39m, e está integrada na Orla Mesozóica Ocidental. A região caracteriza-se por altitudes relativamente baixas, com cotas entre 38 e 53 m, sendo as zonas mais elevadas aplanadas e que transitam de modo gradual para os níveis inferiores, através de declives pouco acentuados.

Toda a região evidencia a existência de movimentos tectónicos responsáveis pela geomorfologia do Quaternário e pela presença de estruturas como é o caso do Anticlinal de Montouro-Mesas. Este anticlinal tem um eixo de dobramento principal com direcção SE-NW, que pende levemente para NW e com inclinação dos flancos inferior a 10º (BARBOSA, 1981).

Geologicamente, na zona envolvente à nascente observa-se o afloramento dos Grés do Furadouro (C^3), de Oiã (C^{3-4}) e de Verba (C^4), das Argilas de Vagos (C^5) do Cretácico, da formação quaternária (Q_b^2 - nível de 45-50 m) e de Aluviões (a).

Relativamente ao enquadramento hidrogeológico da unidade aquífera associada à exsurgência de Montouro, podemos referir que o armazenamento e a circulação no aquífero localizar-se-ão na base das formações C^3 e C^{3-4}, funcionando a formação do C^2 como muro da unidade aquífera. A circulação hídrica subterrânea (intra-aquífera) efectuar-se-á no sentido ESE para WNW e estará condicionada pela atitude regional da estratificação (mergulho para W) e pela estrutura local dominada por fracturas NW-SE (condicionantes das linhas de água locais e dos valeiros associados). A recarga aquífera efectuar-se-á em domínios situados a E e SE da nascente, particularmente nas faixas topograficamente deprimidas (valeiros) e preenchidas com formações detríticas permeáveis.

A zona da nascente está envolvida por uma mancha florestal contactando a N e NE com campos agrícolas, na zona de cotas mais elevadas, onde existe uma grande quantidade de poços. Desde Fevereiro de 2007 que se realizam campanhas de monitorização dos pontos de água, nas épocas de inverno e verão, com medição do nível da água e de parâmetros físico-químicos como pH, condutividade, oxigénio dissolvido, temperatura, salinidade, turbidez e Eh. Dos valores de condutividade medidos em cada ponto de água verificamos que a nascente apresenta as condutividades mais elevadas, existindo outros poços com valores significativos e que se distribuem segundo um alinhamento na direcção NW-SE.

A abordagem com aplicação do método electromagnético de prospecção geofísica pretende aprofundar o conhecimento sobre esta nascente e contribuir para o esclarecimento da origem desta água mineralizada. Na sequência dos primeiros trabalhos de prospecção geofísica realizados no domínio frequência (CORREIA *et al*., 2008) foram executadas novas campanhas de prospecção geofísica, nomeadamente electromagnética no domínio tempo usando o equipamento TEM-FAST 48.

Na primeira fase foram realizados cinco perfis com os condutivímetros Geonics EM31 (GEONICS, 1984) e EM34 (GEONICS, 1990). Posteriormente, usando os mesmos condutivímetros efectuaram-se mais três perfis e prolongaram-se três dos perfis existentes. Os dados foram tratados pelo método das médias dos valores de VDs e HDs através do *software Surfer* (FIGUEIREDO, 2006 e GOLDEN; 2009).

Realizaram-se sondagens de prospecção electromagnética no domínio tempo, com o equipamento TEM-FAST 48 (AEMR, 2007), de modo a atingir maior profundidade de investigação e definir com maior precisão as estruturas geológicas que condicionam e delimitam a circulação das águas subterrâneas. A conversão e modelação destes dados foram feitas através do *software TEM-CONV48* e *TEM-RESEARCHER v7* (AEMR, 2009).

A análise conjunta dos resultados obtidos com os dois tipos de prospecção efectuada denota a presença de zonas anómalas, que têm correlação entre si, permitindo identificar a presença de corpos resistivos, descontinuidades, falhas, e definir alinhamentos condutivos bem definidos.

Os alinhamentos condutivos, com direcção predominantemente NW-SE, estão directamente relacionado com a emergência de Montouro e esta água terá uma origem profunda.

Palavras-chave: Nascente mineralizada, Prospecção electromagnética, EM31, EM34, TEM-FAST 48.

SESSÃO 20

4.ª feira, dia 24 de Março

14:30 – 16:30

SALA CABO VERDE

MONITORIZAÇÃO DE ÁGUAS COSTEIRAS

QUADRO NORMATIVO E REGULAÇÃO

ÁGUA E ENERGIA

FERRAMENTAS INOVADORAS PARA A MONITORIZAÇÃO AMBIENTAL NA COSTA OESTE PORTUGUESA

Madalena S. MALHADAS

MSc Engenharia do Ambiente (estudante de PhD), Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, Portugal, +351 218419432, madalena.maretec@ist.utl.pt

Adélio SILVA

PhD Engenharia Civil, Hidromod - Modelação em Engenharia, Lda., Av. Manuel da Maia, nº 36, 3º Esq., 1000-201 Lisboa, Portugal, +351 218486015, Adélio@hidromod.com

Paulo C. LEITÃO

PhD Engenharia Civil, Hidromod - Modelação em Engenharia, Lda., Av. Manuel da Maia, nº 36, 3º Esq., 1000-201 Lisboa, Portugal, +351 218482784, Paulo.chambel@hidromod.pt

Ramiro NEVES

PhD Engenharia Mecânica, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, Portugal, +351 218417397, Ramiro.neves@ist.utl.pt

Sandra CARVALHO

Pós-Graduada em Engenharia Sanitária, Águas do Oeste, S.A., Convento de São Miguel das Gaeiras, 2510-718 Óbidos, Portugal, +351 262955200, s.carvaho@aguasdooeste.com

RESUMO

Actualmente a Águas do Oeste, S.A. (AdO), possui três emissários submarinos a descarregar na costa Oeste Portuguesa: Foz do Arelho, São Martinho do Porto e Nazaré. A descarga destes sistemas colectores no mar requer uma avaliação eficaz do estado da qualidade da água que passa normalmente pela implementação de programas de amostragem com periodicidade mensal ou sazonal. No cumprimento destes requisitos de monitorização a AdO adoptou por uma estratégia eficiente integração de monitorização clássica, aplicação de modelos numéricos (modelo MOHID) e o uso da detecção remota que tem vindo a permitir não só optimizar os programas de monitorização como explicar as medidas efectuadas.

A componente de monitorização clássica inclui análises laboratoriais e medições in situ (sondas multiparamétricas). A componente de modelação inclui um sistema de modelos encaixados capazes de simular processos de larga escala (i.e., maré na costa Portuguesa) e de pequena escala (i.e., plumas de emissários submarinos). Os dados de campo e de detecção remota, são utilizados de um modo integrado com a modelação, uma vez que são úteis para a compreensão do sistema e para validar o próprio modelo e permitem fornecer as previsões para os dias das campanhas e estudar e analisar diversos cenários de estudo.

Palavras-Chave: MOHID, monitorização, qualidade da água, emissários, costa Oeste Portuguesa.

13 ANOS DE MONITORIZAÇÃO DA DESCARGA DO EMISSÁRIO SUBMARINO DA GUIA - INTEGRAÇÃO NA DQA

Cristina SANTOS

Licenciada em Biologia, LNEG – Estrada do Paço do Lumiar, 1649-038 Lisboa, +351 210 924 710,cristina.santos@ineti.pt

Justina CATARINO

Doutora em Engenharia Sanitária, LNEG – Estrada do Paço do Lumiar, 1649-038 Lisboa, +351 210 924 213, justina.catarino@ineti.pt

Alexandra BARREIROS

Doutora em Física, LNEG – Estrada do Paço do Lumiar, 1649-038 Lisboa, +351 210 927 082, alexandra.barreiros@ineti.pt

Maria A. TRANCOSO

Doutora em Química, LNEG – Estrada do Paço do Lumiar, 1649-038 Lisboa, +351 210 924 755, maria.trancoso@ineti.pt

Eugénia MARQUES

Licenciada em Biologia, INRB – Estrada do Paço do Lumiar, 1649-038 Lisboa, +351 210 924 280,eugenia.marques@ineti.pt

Carla GARCIA

Doutora em Engenharia do Ambiente, IST – Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, +351 219 483 428, acgarcia.maretec@ist.utl.pt

Ramiro NEVES

Doutor em Engenharia Mecânica, IST – Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, +351 218 417 397, ramiro.neves@ist.utl.pt

Vânia CARVALHO

1 Tenente H, IH – Rua das Trinas, 49, 1249-093 Lisboa, guerreiro.carvalho@hidrografico.pt

Catarina LOPES

Licenciada em Engenharia Química, SANEST – Rua Flor da Murta,Terrugem 2770-064 Paço d'Arcos, clopes@sanest.pt

RESUMO

O Programa das Nações Unidas para o Ambiente define monitorização como "o processo de observação repetitivo com fins definidos, de um ou mais elementos do ambiente, de acordo com um planeamento prévio no espaço e no tempo, utilizando metodologias comparáveis para caracterização ambiental e colheita de dados". A Directiva Quadro da Água (DQA), o instrumento orientador na União Europeia para gestão das águas superficiais interiores, águas de transição, águas costeiras e águas subterrâneas, suporta este conceito propondo, no entanto, três níveis para os programas de monitorização: (1) monitorização de *vigilância* orientada para a evolução a longo prazo; (2) *operacional*, orientada para zonas em risco de não atingir os objectivos de qualidade requeridos pela DQA; (3) de *investigação* orientada para a compreensão e quantificação dos processos responsáveis por excessos que levam ao incumprimento da DQA.

Embora sejam os Estados-Membros quem devam adoptar estas medidas e cumprir os seus objectivos, o comportamento pró-activo de algumas empresas contribui significativamente para o cumprimento das exigências da DQA.

A SANEST, Saneamento da Costa do Estoril, empresa gestora do Sistema de Saneamento da Costa do Estoril implementou um programa de monitorização da descarga do emissário submarino da Guia. Este programa deu continuidade ao iniciado em 1993, antes da entrada em funcionamento do sistema, e é o maior programa de monitorização a nível nacional em zonas costeiras, que inclui investigação detalhada a vários níveis. O progressivo aumento do número de parâmetros e a adaptação de metodologias, quer na ETAR quer no meio receptor, demonstra também a preocupação desta empresa pela salvaguarda e gestão sustentável dos recursos.

Neste trabalho são apresentados os principais resultados do programa de monitorização referido, levado a cabo por Laboratórios de Estado e Universidades portugueses, que em conjunto cobrem os requisitos normativos nacionais e internacionais, em termos analíticos, e detêm o conhecimento necessário à componente de monitorização operacional, preconizada na DQA.

Palavras chave: Directiva-Quadro da Água, programa de monitorização, águas residuais, águas receptores, emissário submarino.

ÁGUAS BALNEARES E RIBEIRAS DA COSTA DO ESTORIL

Actividades de Monitorização das Águas Balneares e das Ribeiras da área geográfica do Sistema de Saneamento da Costa do Estoril (SSCE)

Carla CARVALHO

Engenheira Sanitarista, Técnica Superior da Direcção de Operação e Manutenção da SANEST – Saneamento da Costa do Estoril, S.A.

Catarina VASQUES

Engenheira Química, Técnica Superior da Direcção de Operação e Manutenção da SANEST – Saneamento da Costa do Estoril, S.A.

RESUMO

A SANEST tem contribuído de uma forma positiva para a melhoria da Qualidade da água das praias e das ribeiras da Costa do Estoril, através da exploração do seu próprio sistema e de uma boa articulação com os municípios servidos, dando todo o apoio e assegurando com carácter permanente as várias actividades de Monitorização desenvolvidas pela empresa, que constituem também uma ferramenta de avaliação da eficácia do SSCE.

O objectivo desta comunicação é divulgar, através da apresentação de um filme, as actividades desenvolvidas no âmbito da Monitorização das águas balneares e das ribeiras da Costa do Estoril pela SANEST. As actividades de Monitorização desenvolvidas são a 1) Monitorização da Qualidade da Água das Ribeiras da Costa do Estoril; 2) Inspecção das ribeiras da Costa do Estoril; 3) Monitorização da Qualidade das Águas Balneares da Costa do Estoril e 4) Inspecção das praias da Costa do Estoril.

ESPOSENDE AMBIENTE, EEM

Serviço público de qualidade, rumo à excelência

Alexandra ROEGER

Eng.ª Biológica, Vogal do Conselho de Administração da Esposende Ambiente, Rua da Ribeira, 4740-245, Esposende, +351.253969380, alexandra.roeger@esposendeambiente.pt

Elisabete CAPITÃO

Gestora de Empresas, Directora do Departamento de Administração Geral da Esposende Ambiente, Rua da Ribeira, 4740-245, Esposende,+351.253969380, elisabete.capitao@esposendeambiente.pt

Filipe PALMEIRO

Gestor de Empresas, Técnico do Gabinete de Qualidade Total da Esposende Ambiente, Rua da Ribeira, 4740-245, Esposende,+351.253969380, filipe.palmeiro@esposendeambiente.pt

José António FERNANDES

Eng.º Electrónica Industrial, Coordenador do Gabinete de Informática da Esposende Ambiente, Rua da Ribeira, 4740-245, Esposende,+351.253969380, jose.antonio@esposendeambiente.pt

Marta FERNANDES

Eng.ª Civil, Directora do Departamento Técnico de Exploração da Esposende Ambiente, Rua da Ribeira, 4740-245, Esposende,+351.253969380, marta.fernandes@esposendeambiente.pt

Mónica NOGUEIRA

Eng.ª Biológica, Coordenadora do Gabinete de Qualidade Total da Esposende Ambiente, Rua da Ribeira, 4740-245, Esposende,+351.253969380, monica.nogueira@esposendeambiente.pt

Pedro CAPITÃO

Eng.º Ambiental, Director do Departamento de Ambiente e Serviços Urbanos da Esposende Ambiente, Rua da Ribeira, 4740-245, Esposende,+351.253969380, pedro.capitao@esposendeambiente.pt

RESUMO

A Esposende Ambiente, entidade gestora no município de Esposende dos sistemas públicos de abastecimento de água, drenagem e tratamento de águas residuais e que assume, ainda, a responsabilidade da gestão dos resíduos sólidos urbanos e limpeza pública e a gestão de espaços verdes, comemora cinco anos de existência, pautados pelo desenvolvimento de um trabalho de grande profissionalismo, seriedade e dedicação, sempre com um forte espírito de inovação e de criatividade, que a todos os níveis se tem repercutido na qualidade de serviço que é prestado aos clientes e no desenvolvimento/implementação de toda uma evidente estratégia de melhoria contínua.

De entre as grandes concretizações alcançadas em cinco anos de trabalho importa referir-se a contínua aposta na formação e valorização dos recursos humanos da empresa, e a implementação de medidas de gestão financeiramente mais ajustadas, que dirigiram as estratégias para uma constante reorganização interna e de realização de trabalhos para a própria empresa. Orgulhosamente, tal traduz-se na concretização da grande maioria das tarefas

recorrendo ao corpo técnico e operacional da empresa, nomeadamente em termos de projecto, de execução de obra, de intervenção ao nível dos sistemas de informação, na gestão de clientes, etc.

A certificação do Sistema de Gestão da Qualidade e de Gestão Ambiental, obtido, este último, logo no primeiro ano de vida da empresa, tem permitido melhorar significativamente a organização de processos e de procedimentos da empresa, traduzindo-se numa mais valia ao nível da qualidade da prestação do serviço ao cliente, sistematicamente mais ajustado às suas expectativas e exigências. O integral cumprimento legal tornou-se uma realidade, garantindo uma inquestionável fiabilidade e o cumprimento de metas de ordem ambiental.

De facto, um especial enfoque para o facto de, sem prejuízo de o concelho se encontrar já num patamar de excelência no que concerne à cobertura do território em abastecimento de água, drenagem e tratamento de águas residuais e abrangência do sistema de resíduos sólidos urbanos, a Esposende Ambiente ter lançado um conjunto de investimentos nestes últimos cinco anos que, na sua globalidade, permitiram atingir níveis de atendimento de 99% no abastecimento de água, 85% na drenagem e tratamento de águas residuais, com um cumprimento em termos de qualidade de 100%, constituindo este mais um dos indicadores que tanto orgulho nos confere. Em termos do sistema de resíduos sólidos a cobertura é de 100%, verificando-se um aumento global na ordem dos 80% na recolha selectiva, em que a capitação de equipamentos neste domínio apresenta um apreciável rácio de 1 ecoponto para cada 187 habitantes.

E para o futuro novos e maiores desafios se colocam, pretendendo a Esposende Ambiente continuar a ser reconhecida como um dos responsáveis pela promoção da melhoria da qualidade de vida dos cidadãos, contribuindo activamente para o desenvolvimento sustentado do concelho e mantendo-se como uma empresa de referência no sector em que desenvolve a sua actividade.

Palavras-chave: Esposende, Qualidade, Ambiente, Entidade Gestora, Clientes, Serviço Público.

METODOLOGIA PARA DEFINIÇÃO DE PERFIL DE ÁGUA BALNEAR SEGUNDO AS ORIENTAÇÕES DA DIRECTIVA 2006/07/CE

Cláudia N. VIEGAS

Engª do Ambiente (estudante Mestrado), Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, Portugal, +351.218419836, claudia.neto@ist.utl.pt

Ramiro NEVES

PhD Engª Mecânica, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, Portugal, +351.218417397, ramiro.neves@ist.utl.pt

Susana NUNES

Lic. Biologia Marinha e Pescas, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, Portugal, +351.218419836, susana.maretec@ist.utl.pt

Carla CARVALHO

Engª do Ambiente- Ramo Sanitária, SANEST, Rua Flor da Murta – Terrugem, 2770-064, Paço de Arcos +351.214462273 , ccarvalho@sanest.pt

Conceição GRANGER

Engª Civil, Especialidade Hidráulica, SANEST, Rua Flor da Murta – Terrugem, 2770-064, Paço de Arcos, +351.214462273, cgrangeranest.pt

RESUMO

A Directiva 2006/07/CE representa uma nova abordagem à gestão das águas balneares, visando, através da criação do Perfil de Água Balnear, o reconhecimento de todos os factores que podem afectar a sua qualidade, com o objectivo principal de evitar a exposição dos banhistas a eventos de poluição. No âmbito da implementação desta Directiva e numa primeira fase, foram desenvolvidos os perfis das Águas Balneares da Torre e Santo Amaro de Oeiras. A metodologia aplicada passa pela: caracterização da hidrodinâmica local; caracterização da bacia drenante; identificação das potenciais fontes de poluição fecal; estudo dos processos através dos quais estas fontes podem contaminar as águas balneares; identificação dos acidentes de poluição de curta duração; avaliação do risco de poluição das praias; avaliação do potencial de proliferação de cianobactérias e de macroalgas e/ou fitoplâncton; identificação de situações anormais de poluição; definição das medidas de minimização; criação de um sistema de alerta. A qualidade destas águas balneares está dependente não só dos acidentes de poluição, mas também da hidrodinâmica local, do nível de maré e condições meteorológicas. Utilizando o modelo numérico MOHID, foi criada uma ferramenta matemática, que permite a implementação de um sistema de previsão e alerta da qualidade das águas balneares, tal como previsto na Directiva 2006/7/CE. A metodologia desenvolvida para a elaboração do Perfil das Águas Balneares da Torre e Santo Amaro de Oeiras, apresentada neste trabalho, poderá ser utilizada nas restantes praias da Costa do Estoril, assim como noutros locais de estudo.

Palavras Chave: Nova Directiva das Águas Balneares; Monitorização; Sistema de alerta; MOHID: Costa do Estoril.

POTENCIAL ENERGÉTICO DA MARÉ NA RIA FORMOSA

Energia da Onda de Maré e seu aproveitamento

Catarina ALMEIDA

Mestre, Universidade de Aveiro, Caveirós de Baixo – Cambra, 3670-041 Vouzela, catarina.ines@ua.pt

Paulo SILVA

Doutor, Universidade de Aveiro, Departamento de Física, Campus Universitário de Santiago, 3810-193 Aveiro, psilva@ua.pt

Marc HADDEN

Licenciado, Martifer Energia S.A., Martifer Energia, Porto Comercial – Terminal Sul, 3811-911 Aveiro, marc.hadden@martifer.pt

José AMADOR

Licenciado, Martifer Energia S.A., Martifer Energia S.A., Martifer Energia, Porto Comercial – Terminal Sul, 3811-911 Aveiro, jose.amador@martifer.pt

Xavier BERTIN

Doutor, LNEC, Avenida do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, xbertin@lnec.pt

RESUMO

Este trabalho visa a energia associada ao movimento de massas de água devido às marés e qual o seu potencial de aproveitamento em Portugal, nomeadamente na Ria Formosa. Das diversas tecnologias existentes foram escolhidas duas para este trabalho, a Seagen da Marine Current Turbines e a Free Flow da Verdant Power.

Para quantificar este aproveitamento é necessário, de um modo geral, caracterizar o sistema costeiro ambientalmente, fisicamente, geologicamente, em termos de navegabilidade, entre outros factores, e cruzar essa informação com as especificidades da tecnologia existente ou, eventualmente, propor novas tecnologias para esse meio.

Este estudo visa sobretudo as características hidrodinâmicas da Ria Formosa. Dada a ausência de dados disponíveis na literatura, recorreu-se aos resultados de simulações numéricas obtidos com um modelo hidrodinâmico (ELCIRC), que foram cedidos pelo LNEC.

Os dados consistem em ficheiros que contêm para cada componente da maré os valores das posições x e y, das amplitudes das componentes das velocidades *u* e *v* e as respectivas fases, e ainda o módulo da velocidade U.

Recorrendo apenas às componentes mais significativas foram efectuadas sínteses harmónicas e o estudo da série temporal para cada componente. Desta forma foi possível atingir os valores de U_{total} e V_{total} para os diversos pontos da malha.

Através da manipulação dos dados e do cruzamento das diversas informações e estudos decorrentes ao longo deste trabalho foi possível apurar os locais onde seria possível a implementação de dispositivos de extracção da energia das marés na Ria Formosa, bem como a sua rentabilidade e potencial energético.

Palavras-Chave: Ria Formosa, maré, velocidade, rendimento.

ANÁLISE DE COTAS DE INUNDAÇÃO NA PRAIA DE VALE DO LOBO

Paulo D. RAPOSEIRO

Eng.º Ambiente, LNEC, Av. do Brasil, 1700-066 Lisboa, +351.21.8443912, praposeiro@lnec.pt

Maria T. REIS

Eng.ª Civil, LNEC, Av. do Brasil, 1700-066 Lisboa, +351.21.8443448, treis@lnec.pt

Conceição J.E.M. FORTES

Eng.ª Civil, LNEC, Av. do Brasil, 1700-066 Lisboa, +351.21.8443446, jfortes@lnec.pt

José C. FERREIRA

Geógrafo, UNL-FCT/DCEA & CENSE, Campus da Caparica, 2829-516 Monte de Caparica, jcrf@fct.unl.pt

RESUMO

Nesta comunicação, é efectuada a aplicação a troços da praia de Vale do Lobo, situada no Concelho de Loulé, da metodologia desenvolvida no LNEC para cálculo de cotas de inundação (RAPOSEIRO *et al.*, 2009). A caracterização dos troços de praia foi efectuada recorrendo aos levantamentos de perfis de praia apresentados em TEIXEIRA (2009), e mais concretamente aos perfis correspondentes aos valores médios da inclinação da face da praia onde se processa o espraio.

Assim, o estudo iniciou-se pela caracterização da agitação marítima na zona em estudo, recorrendo a dados de agitação marítima medidos pelo Instituto Hidrográfico com a bóia-ondógrafo direccional de Faro, durante o período de 1986 a 1995. Após a caracterização na zona da bóia, esses dados foram transferidos para junto da praia de Vale do Lobo (i.e. para vários pontos ao longo dos Perfis A1, A2 e A3, Figura 1a) considerando um nível da água do mar de +4.64 m (ZH) e recorrendo ao modelo SWAN de geração, propagação e dissipação da agitação marítima.

Com base nas condições de agitação marítima na bóia e junto à praia (Pontos 6 e 9), o espraiamento na praia foi estimado através de quatro formulações empíricas, baseadas em medições de campo ou em ensaios em modelo físico reduzido: duas já utilizadas em RAPOSEIRO *et al*. (2009) - NIELSEN & HANSLOW (1991) e MASE *et al*. (2003) - e duas utilizadas por TEIXEIRA (2009): MASE (1989) e TEIXEIRA (2009).

De modo a analisar as diferenças entre os espraiamentos máximos, Rmax, resultantes da aplicação das várias fórmulas e a proceder à sua validação por comparação com a formulação de TEIXEIRA (2009), efectuaram-se os seguintes testes:

- Teste 1 – Comparação de resultados de Rmax obtidos através das fórmulas de MASE (1989), NIELSEN & HANSLOW (1991) e TEIXEIRA (2009), com base em condições de agitação ao largo e para ângulos médios dos perfis de praia, Figura 1b (6.0º para o Perfil A1 e 6.4º para o Perfil A2, Figura 1a);
- Teste 2 – Comparação de resultados de Rmax obtidos através das fórmulas de MASE *et al.* (2003), com e sem o respectivo ângulo de incidência da agitação junto à costa, e

de TEIXEIRA (2009), para ângulos médios dos perfis de praia. A primeira formulação utiliza dados de agitação junto à costa enquanto que a última utiliza dados ao largo.

a) b)

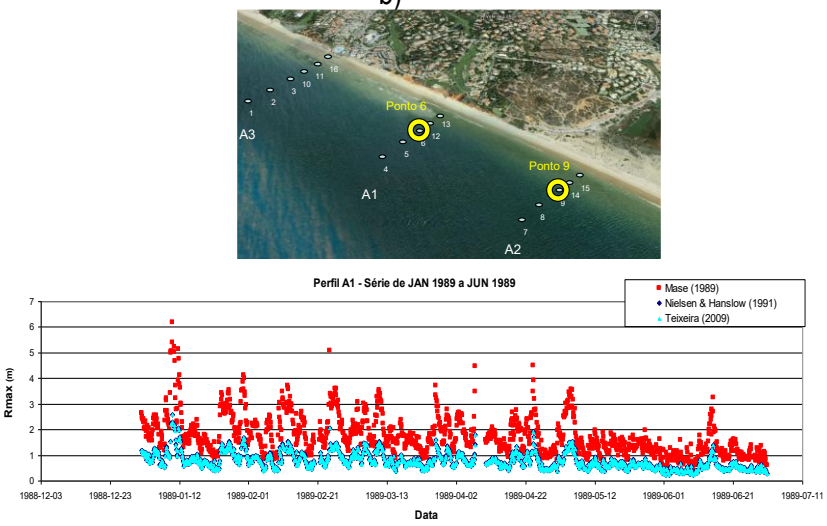


Figura 1 – -a) Localização dos 16 pontos de amostragem e dos perfis transversais à praia; b) Teste 1: Valores de Rmax obtidos no Perfil A1 de Janeiro a Junho de 1989 com as fórmulas de MASE (1989), NIELSEN & HANSLOW (1991) e TEIXEIRA (2009) para as condições de agitação marítima ao largo.

Uma vez estimados os valores de Rmax para os Perfis A1 e A2 de Janeiro a Junho de 1989, foram calculadas as cotas de inundação correspondentes, CI.

Dos cálculos efectuados e para as condições estudadas, verificou-se que:

a) A relação entre os valores de Rmax segundo MASE (1989) e os valores de TEIXEIRA (2009) varia entre $1.58<Rmax_{Mase}/Rmax_{Teixeira}<2.86$;
b) Os resultados obtidos com a metodologia de NIELSEN & HANSLOW (1991) são muito semelhantes aos resultados obtidos com a metodologia de TEIXEIRA (2009): são superiores apenas em aproximadamente 0.4%;
c) A consideração das condições de agitação marítima junto à costa através da aplicação da formulação de MASE *et al.* (2003) não resulta em nenhum melhoramento significativo do ajuste com os resultados de TEIXEIRA (2009); isto pode dever-se em parte ao facto da propagação da agitação marítima do largo para a costa se ter efectuado apenas para o nível de mar extremo de +4.64 m (ZH) (em vez de se considerar um nível variável no tempo), aumentando as condições de agitação obtidas na costa e consequentemente o espraiamento;
d) Tal como era de esperar, o valor máximo de CI é muito semelhante para as metodologias de NIELSEN & HANSLOW (1991) e TEIXEIRA (2009) e muito inferior ao valor obtido pela metodologia de MASE (1989).

Verificou-se do exposto que a metodologia aqui apresentada é rápida e eficiente e pode ser estendida para outros locais bem como para um período de tempo mais alargado.

BIBLIOGRAFIA

MASE, H. - Random wave runup height on gentle slope. *Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering*, **115**, 5, 1989, 649-661.

MASE, H.; HEDGES, T.S.; SHAREEF, M.; NAGAHASHI, S. - Wave overtopping formula for gentle slopes incorporating wave run-up. *Proc. Coastal Engineering*, **50**, 2003, 636-640.

NIELSEN, P.; HANSLOW, D.J. - Wave run-up distributions on natural beaches. *J. Coastal Res.,* **7**, 4, 1991, 1139-1152.

RAPOSEIRO, P.D.; FORTES, C.J.E.M.; REIS, M.T.; NEVES. D.; FERREIRA. J.C. - Metodologia de cálculo do espraiamento e inundação em zonas costeiras recorrendo ao sistema GUIOMAR: aplicação à praia de Vale do Lobo. *Proc. 6ªas Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária*, PIANC, Funchal, 7 e 8 de Outubro, 2009.

TEIXEIRA, S.B. - *Demarcação do leito e da margem das águas do mar no litoral sul do Algarve*. Administração da Região Hidrográfica do Algarve. Faro, 2009, 270p.

10.º Congresso da Água
Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos
LNEC – Avenida do Brasil, 101
1700-066 Lisboa, Portugal
Tel.: +351 21 844 34 28 | Fax: +351 21 844 30 17
E-Mail: aprh@aprh.pt | Site: www.aprh.pt

GRANDES PATROCINADORES

ÁGUAS DE PORTUGAL
ÁGUAS DO ALGARVE
Grupo Águas de Portugal
BPI
edp
viva a nossa energia
SAINT-GOBAIN
PAM