



7.º SILUSBA

RESUMOS DE COMUNICAÇÕES



É v o r a 2 0 0 5

7.º Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos
dos Países de Expressão Portuguesa

ÉVORA 30 DE MAIO A 2 DE JUNHO DE 2005

7.º SILUSBA

RESUMOS DE COMUNICAÇÕES

Apoio:



Paginação e Montagem
Secretariado da Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos

Editado Por:
Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos
A/c LNEC – Av. do Brasil, 101
1700-066 Lisboa
Tel. 21 8443428
Fax. 21 8443017
E-mail: aprh@aprh.pt
URL: <http://www.aprh.pt>

ISBN: 972-97480-8-X
Depósito Legal:

Execução Gráfica:
Omnigráfica

Lisboa, Maio 2005



ÉVORA – 30 DE MAIO A 2 DE JUNHO

RESUMOS DE COMUNICAÇÕES



APRH ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DOS RECURSOS HÍDRICOS

Os resumos estão organizados por ordem alfabética do 1.º autor de cada tema.
Texto elaborado a partir da reprodução directa dos originais preparados pelos autores; a quem cabe a responsabilidade por possíveis erros ou omissões.

TEMA 1
PROTECÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

ANÁLISE DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DE PONTE DE LIMA	3
<i>Afonso M. P. R. BARBOSA; Sérgio A. N. LOUSADA; Naim</i>	
MINIMIZAÇÃO DO IMPACTE AMBIENTAL DE DESCARGAS DE TRATAMENTO SECUNDÁRIO EM MEIOS HÍDRICOS ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DE UM BIOFILTRO DE LEITO IMERSO	5
<i>António Albuquerque; Conceição Ferreira; Ana Cristina CARINHA; Jorge MAURÍCIO</i>	
EVOLUÇÃO DOS COMPOSTOS AZOTADOS NA QUALIDADE DA ÁGUA NA ILHA DE SANTIAGO – CABO VERDE	7
<i>ANTÓNIO PEDRO Said Aly de PINA</i>	
IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS CRÍTICOS DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA: O ESTUDO DE CASO DA BACIA DO RIACHO PAJEÚ, FORTALEZA – CEARÁ.	8
<i>ARNALDO Pinheiro Silva; José NILSON B. Campos; TICIANA M. de Carvalho Studart; Maria INÉS Teixeira Pinheiro</i>	
A SUSTENTABILIDADE HÍDRICA NA PRODUÇÃO DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL NO ESTADO DA BAHIA – BRASIL.....	9
<i>Eraly A. SILVA; Ranilson C. PRESTRELO; Jorge L. Z. TARQUI</i>	
DIRETRIZES ECOLÓGICAS EM PROJETOS DE RECUPERAÇÃO DE RIOS URBANOS TROPICAIS: ESTUDO DE CASO NO RIO TIJUCO PRETO (SÃO CARLOS-SP, BRASIL).....	10
<i>Espíndola, E. L. G.; Barbosa, D. S.</i>	
MONITORAMENTO AMBIENTAL DA ALBUFEIRA DE CAHORA BASSA	11
<i>Francisco J. Coelho da Rocha e Silva; Henrique Santos Silva; Rosaque J. Gualé³</i>	
IMPACTO MICROBIOLÓGICO NA QUALIDADE DA ÁGUA DE UMA MICROBACIA CARACTERIZADA PELO USO DOS RESÍDUOS ANIMAIS COMO FERTILIZANTE	12
<i>Julio Cesar Pascale PALHARES; Andrea Dedini JACOB; Paulo BELLI FILHO</i>	
QUALIDADE DA ÁGUA EM FONTES SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS NO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO.....	15
<i>Margarida REGUEIRA DA COSTA; José Almir CIRILO; Günter GUNKEL; Suzana Maria GICO LIMA MONTENEGRO</i>	
MORTALIDADE POR GASTROENTERITE EM MENORES DE CINCO ANOS, NO BRASIL, 1997 – 2001. UM ESTUDO POR BACIA HIDROGRÁFICA.....	16
<i>Maria Leonor BAPTISTA ESTEVES; Luciana TRICAI CAVALINI; Carmem Lucia WANNER ESTIMA; Luís César PERUCCI DO AMARAL; Marcelo SANTOS SAMPAIO; Paulo Renato da SILVA ABBAD</i>	
INDICADOR DE QUALIDADE DA DRENAGEM URBANA POR VIAS, SETORES CENSITÁRIOS E BAIROS PARA A AVALIAÇÃO DA SALUBRIDADE AMBIENTAL.....	19
<i>Marie Eugénie Malzac BATISTA; Eduardo Rodrigues VIANA de Lima; Tarciso CABRAL DA SILVA</i>	
ÁGUAS DE ESCORRÊNCIA DE ESTRADAS – CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DETECTADAS EM PORTUGAL	21
<i>P.A. Antunes; A.E. Barbosa</i>	

A EXPERIÊNCIA DA CAESB NA PROTEÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NO DISTRITO FEDERAL, BRASIL	23
<i>Roberto M. M. dos SANTOS; Márcio N. BORGES; Marco A. G. de OLIVEIRA; Milton C. de Araújo Filho</i>	

PROPOSTA DE UMA METODOLOGIA PARA A IDENTIFICAÇÃO DE ZONAS HÍDRICAS SENSÍVEIS AOS POLUENTES RODOVIÁRIOS	25
<i>Teresa E. LEITÃO; Ana Estela BARBOSA; Ana TELHADO</i>	

PROJETO DE SISTEMAS DE DRENAGEM URBANA. UMA METODOLOGIA COM PARTICIPAÇÃO SOCIAL.....	27
<i>WILDE Cardoso Gontijo Júnior</i>	

TEMA 2 RECURSOS HÍDRICOS E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO

PARTICIPAÇÃO, EDUCAÇÃO AMBIENTAL E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS	33
<i>Ana C. M. dos SANTOS; Nadia H. FIALHO; Jorge L. Z. TARQUI</i>	

CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA PARA REÚSO NÃO POTÁVEL – UMA PROPOSTA DE MODELO EM RESIDÊNCIAS NA CIDADE DE ITAJUBÁ – MG.	35
<i>Augusto N. C. VIANA; Frederico F. MAUAD; Rodrigo J. CERQUEIRA</i>	

AVALIAÇÃO DA INCIDÊNCIA AO RISCO DE INUNDAÇÃO APLICADA A UM CASO PARTICULAR NO CONCELHO DE LISBOA.....	36
<i>Filipa PAIS; Maria Madalena MOREIRA</i>	

AVALIAÇÃO DAS CHEIAS EM BACIA URBANA COM DIFERENTES GRAUS DE IMPERMEABILIZAÇÃO.....	37
<i>Joaquin I. Bonnacarrère GARCIA ; Eloiza Maria Cauduro Dias de PAIVA</i>	

O ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM PORTUGAL E O PROBLEMA DAS ÁGUAS RESIDUAIS – UM OLHAR PELAS ESTATÍSTICAS.	39
<i>Jorge Filipe Baptista DUARTE; Lucrecia MACUÁCUÁ; Maria Fátima Vendeirinho NEVES</i>	

O USO DA BACIA HIDROGRÁFICA COMO INSTRUMENTO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL, JUNDIAÍ-SP, BRASIL	40
<i>Lucia Helena ROMITELLI; José Euclides Stipp PATERNIANI; Rogério STACCIARINI</i>	

CONCILIAÇÃO DE CONFLITO DENTRO DA POLÍTICA BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS – O CASO DO SISTEMA CANTAREIRA.....	41
<i>Luiz Roberto MORETTI; WILDE Cardoso Gontijo Júnior</i>	

BASE FÍSICO-TERRITORIAL PARA GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS	43
<i>Marcio CORRÊA RIBEIRO</i>	

CONFLITOS PELO USO DA ÁGUA NO ESTADO DO CEARÁ: O ESTUDO DE CASO DO VALE DO RIO CARÁS	44
<i>Maria INÊS Teixeira Pinheiro; José NILSON B. Campos; TICIANA M. de Carvalho Studart; ARNALDO Pinheiro Silva</i>	

SUSTENTABILIDADE HÍDRICA NO CONCELHO DE SANTA CATARINA, ILHA DE SANTIAGO, CABO VERDE	46
<i>Marize GOMINHIO</i>	

SIMULAÇÃO MATEMÁTICA DA QUALIDADE DA ÁGUA NA GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS. ALBUFEIRA DE CASTELO DE BODE IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO CE-QUAL-W2	47
<i>Pedro S. COELHO; Paulo A. DIOGO; Manuel C. ALMEIDA; Nelson S. MATEUS; Felisbina, QUADRADO</i>	

APLICAÇÃO DE UM MODELO DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS AO DESENVOLVIMENTO DOS REGADIOS DA REGIÃO DO ALGARVE	48
<i>Pedro TEIGA; Cristina SILVA; Ricardo FARIA; Rodrigo MAIA</i>	

TIPOLOGIA DE ACESSO À ÁGUA NO SEMI-ÁRIDO DO NORDESTE DO BRASIL ESTUDO DE CASO DA BACIA DO RIO CURU	49
<i>Renata M. LUNA; José N. B. CAMPOS; Ticiania M. de C. STUDART</i>	

TEMA 3 ÁGUA E AGRICULTURA

AS OBRAS DE ENGENHARIA RURAL E OS SEUS IMPACTOS NOS RECURSOS HÍDRICOS EM CABO VERDE	53
<i>Ángela MORENO; Luís S. PEREIRA</i>	

DEFINIÇÕES METODOLÓGICAS EM UMA PESQUISA INTERINSTITUCIONAL SOBRE O USO E CONSERVAÇÃO DA ÁGUA NA AGRICULTURA	54
<i>Clélia N. CÔRTEZ; Elias L. GUIMARÃES; Jorge L. Z. TARQUI</i>	

O USO DE RECURSOS HÍDRICOS POR <i>PINUS PINASTER</i> E <i>EUCALYPTUS</i> <i>GLOBULUS</i> – EXPERIÊNCIAS EM ESTUFA.....	55
<i>João Pedroso de LIMA; João CARLOTO; Isabel Pedroso de LIMA</i>	

DETERMINAÇÃO DE EQUAÇÕES DA INFILTRABILIDADE DE UM SOLO MEDITERRÂNICICO PARA O DIMENSIONAMENTO E GESTÃO DA REGA COM RAMPAS ROTATIVAS	58
<i>Luís L. SILVA; Ricardo P. SERRALHEIRO</i>	

A REABILITAÇÃO DO REGADIO DE XAI_XAI	60
<i>Nuno T. COLAÇO; Inácio PEREIRA</i>	

TEMA 4 EROSÃO E DEGRADAÇÃO DOS SOLOS

ANÁLISE QUALITATIVA DO POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS DA BACIA DO ALTO RIO ARAGUAIA, MT/GO, BRASIL	65
<i>Carlos Frederico de Castro ALVES; Antonio Manoel dos Santos OLIVEIRA; Oswaldo Yujiro IWASA</i>	

ESTUDO PRELIMINAR DA ERODIBILIDADE DE SOLOS EM ÁREAS DE ENCOSTA EM MEIO URBANO. RESULTADOS PRELIMINARES OBTIDOS COM O USO DO SIMULADOR DE CHUVA	66
<i>Jorge L. Z. TARQUI; Miriam de Fátima CARVALHO; Adma T. ELBACHÁ; Júlia C. FADUL; Daniel de S. MACHADO; Glauber V. de FREITAS</i>	

CARACTERIZAÇÃO DO TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EM UM PEQUENO RIO URBANO EM SANTA MARIA – RS	68
<i>Juliana SCAPIN; João Batista Dias de PAIVA</i>	

CONTROLE DE EROSIÃO URBANA NO ESTADO DE SÃO PAULO – BRASIL.....	69
<i>Maria Isabel FARIA GOUVEIA; Gerson Salviano de ALMEIDA FILHO</i>	

TEMA 5

REABILITAÇÃO E RENATURALIZAÇÃO FLUVIAL

O PROCESSO DE TRANSPORTE E DEPOSIÇÃO DE SEDIMENTOS NAS CALHAS FLUVIAIS DOS TRIBUTÁRIOS LATERAIS AO RESERVATÓRIO DA HIDRELÉTRICA	73
<i>SÉRGIO MOTTA; Ademir G. FIGUEIREDO</i>	

ANÁLISE DO ESCOAMENTO EM RIOS SUJEITOS À INFLUÊNCIA DA MARÉ. CURVA DE VAZÃO.....	75
<i>Margarida Isabel Martins dos SANTOS; João Reis HIPÓLITO</i>	

MEDIDA DO VOLUME ANUAL DE SEDIMENTOS NUMA SEÇÃO NO RIO ATIBAIA/SP/BRASIL ASSOCIADA À OCUPAÇÃO DO SOLO DA BACIA A MONTANTE	77
<i>Maria Rejane Lourençoní SIVIERO; Evaldo Miranda COIADO</i>	

INDUÇÃO À CONSERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DA BACIA DO RIO TAPACURÁ (PERNAMBUCO - BRASIL)	78
<i>Ricardo Augusto Pessôa Braga; Jaime Joaquim Pereira Cabral</i>	

A GESTÃO DA ÁGUA: GESTÃO DO RECURSO OU DO MEIO NATURAL?	79
<i>Maria Susana NETO</i>	

TEMA 6

QUADRO NORMATIVO E INSTITUCIONAL

ESQUEMA ORGANIZACIONAL DO SERVIÇO DE ÁGUA NOS CENTROS SECUNDÁRIOS	83
<i>Anita Djaló</i>	

COOPERAÇÃO NO ÂMBITO DA COMUNIDADE DE PAÍSES DE LÍNGUA PORTUGUESA (CPLP) PARA A PREVENÇÃO E GESTÃO DE CHEIAS E DE SECAS	
CONTRIBUIÇÃO PARA A APLICAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA-QUADRO DE ACÇÃO DE HYOGO 2005 – 2015 "PROMOVER A RESILIÊNCIA DAS NAÇÕES E DAS COMUNIDADES AOS DESASTRES"	87
<i>António GONÇALVES HENRIQUES</i>	

O SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ, BRASIL: AVALIAÇÕES E PROPOSTAS	89
<i>FRANCISCO José C. Teixeira; José NILSON B. Campos; TICIANA M. de Carvalho Studart ; Maria INÊS Teixeira Pinheiro; RENATA M. Luna</i>	
MODELO DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS DO BRASIL: ABORDAGEM COMPARATIVA ENTRE OS MODELOS DA FRANÇA E DO BRASIL	90
<i>Jorge Luis Z. TARQUI</i>	
EXPERIÊNCIAS NO MODELO DE GESTÃO PARTICIPATIVA DOS RECURSOS HÍDRICOS – COMITÉ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO, BRASIL	91
<i>José Almir CIRILO, Marcelo Cauás ASFORA, Yvonilde Medeiros DANTAS e Luiz Carlos FONTES</i>	
A IMPORTÂNCIA DOS MODELOS DE APOIO À DECISÃO PARA A IMPLEMENTAÇÃO DA DIRECTIVA QUADRO DA ÁGUA.....	94
<i>Maria da Conceição CUNHA; Liliana PINHEIRO; Pedro AFONSO; Joaquim SOUSA</i>	
A AGÊNCIA DE ÁGUAS DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL PROCESSO DE INSTALAÇÃO	96
<i>ROBERTO Carneiro de Moraes; WILDE Cardoso Gontijo Júnior</i>	
 TEMA 7 RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS	
RECURSOS HIDRICOS SUBTERRÂNEOS.....	101
<i>Abel dos Ramos VILA NOVA - Acrescentar</i>	
USO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS PARA A SUSTENTABILIDADE DA PEQUENA AGRICULTURA NO SEMI- ÁRIDO DO NORDESTE DO BRASIL	102
<i>Abelardo A. de A. MONTENEGRO; Suzana M. G. L. MONTENEGRO; Thaísa A. de ALMEIDA; Manoel L. COSTA NETTO</i>	
SÉRIE TEMPORAL DA RECARGA NATURAL DE UM AQUÍFERO FREÁTICO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	103
<i>Antonio M. RIGHETTO</i>	
METODOLOGIAS DE RECARGA ARTIFICIAL DE AQUÍFEROS	104
<i>Catarina DIAMANTINO</i>	
AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE DO SISTEMA AQUÍFERO DOS GABROS DE BEJA E ANÁLISE CRÍTICA DAS REDES DE MONITORIZAÇÃO NO CONTEXTO DA DIRECTIVA QUADRO DA ÁGUA	105
<i>Eduardo A. PARALTA; Alain P. FRANCES; Luís F. RIBEIRO</i>	
A UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS COMO COMPLEMENTO AO ABASTECIMENTO DE LUANDA E ARREDORES (ANGOLA)	108
<i>Gabriel L. MIGUEL; Luis F. REBOLLO; Miguel MARTÍN-LOECHES</i>	
ESTUDO HIDROGEOLÓGICO PARA O DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO CAMPO DE GOLFE E ESTRUTURAS TURÍSTICAS ASSOCIADAS DE VILA SOL.....	110
<i>José Paulo MONTEIRO; Paula MARTINS; Ricardo MARTINS</i>	

MODELO GLOBAL ESTOCÁSTICO-DETERMINÍSTICO PARA A UTILIZAÇÃO OPTIMIZADA DE AQUÍFEROS DO LITORAL.....	111
<i>Júlio F. Ferreira da Silva</i>	

LOCALIZAÇÃO E GESTÃO OPTIMIZADAS DE SISTEMAS DE CAPTAÇÃO E DE CONTROLO DA INTRUSÃO MARINHA EM AQUÍFEROS COSTEIROS.....	112
<i>Júlio F. Ferreira da Silva</i>	

UM NOVO ÍNDICE DE VULNERABILIDADE ESPECÍFICO DE AQUÍFEROS FORMULAÇÃO E APLICAÇÕES.....	113
---	-----

Luís RIBEIRO

ESTIMATIVA DA RECARGA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS A PARTIR DA ANÁLISE DOS HIDROGRAMAS DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL NA ÁREA ABRANGIDA PELA FOLHA 6 DA CARTA HIDROGEOLÓGICA DE PORTUGAL À ESCALA 1:200 000.....	114
<i>Manuel M. OLIVEIRA; Augusto M. COSTA; Alain Francés</i>	

ANÁLISE POR MODELAÇÃO MATEMÁTICA DA INTERACÇÃO ENTRE O AQUÍFERO ÉVORA-MONTEMOR-CUBA E O RIO ALMANSOR NA ÁREA DO PERÍMETRO DE REGA DOS MINUTOS	116
<i>Maria Paula SOFIO MENDES; Luís Ribeiro</i>	

AValiação DA QUALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS SOB O USO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS NO SEMI-ÁRIDO NORDESTINO, PERNAMBUCO, BRASIL.....	119
<i>Suzana M. G. L. MONTENEGRO; Teresa E. LEITÃO; Abelardo A. de A. MONTENEGRO; Thaísa A. de ALMEIDA; Manoel L. COSTA NETTO</i>	

TEMA 8 ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS E RECURSOS HÍDRICOS

ANÁLISE E MITIGAÇÃO DE SECAS USANDO O SPI UMA APLICAÇÃO REGIONAL AO ALGARVE	123
<i>Afonso do Ó</i>	

EFEITOS DAS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS NA DISPONIBILIDADE HÍDRICA E NA QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA DA REGIÃO ALENTEJO	125
<i>João NASCIMENTO; Luís RIBEIRO; Luís VEIGA da CUNHA; Rodrigo OLIVEIRA</i>	

ANÁLISE DE TENDÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO EM PORTUGAL CONTINENTAL.....	127
<i>M. Isabel P. de LIMA; Ana C. MARQUES; João L. M. P. de LIMA; M. Fátima E. S. COELHO</i>	

TEMA 9 RECURSOS HÍDRICOS INTERNACIONAIS

TRANSFERÊNCIA DE ÁGUAS ENTRE GRANDES BACIAS HIDROGRÁFICAS. BREVE PANORAMA DE CASOS EM PORTUGAL E NO BRASIL	131
<i>João Paulo LOBO FERREIRA; José Almir CIRILO; Marcelo Cauás ASFORA</i>	

**TEMA 10
HIDROINFORMÁTICA**

FERRAMENTA SIG PARA MODELOS DE PROPAGAÇÃO DE ONDAS. DESENVOLVIMENTOS PRELIMINARES	135
<i>Zózimo, A., Gonçalves, A., Fortes, C.J.E.M., Charneca, N.,</i>	
UNIDADES DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS UMA PROPOSTA METODOLÓGICA	137
<i>Ana Carolina Pinto COELHO; WILDE Cardoso Gontijo Júnior; CARDOSO NETO Antônio</i>	
SISTEMA COMPUTACIONAL DE AUXÍLIO À DECISÃO NO MANEJO INTEGRADO DE QUANTIDADE E DE QUALIDADE DE ÁGUA	140
<i>TEIXEIRA, C.A.; PORTO, R.L.; PORTO, M.; MÉLLO JR., A. V.</i>	
DREAMS-SIMNAV	142
<i>Conceição Juana E. FORTES; João A. SANTOS; António GONÇALVES; Liliana V. PINHEIRO; Tiago GREGÓRIO</i>	
ANÁLISE DE INTEGRAÇÃO LINEAR COMO PROPOSTA METODOLÓGICA PARA A ORIENTAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS DE RECUPERAÇÃO DE RIOS TROPICAIS (RIO UBERABA-MG, BRASIL).....	143
<i>Domingos Sávio BARBOSA; Evaldo L. G. ESPÍNDOLA</i>	
INTEGRAÇÃO SIG E MODELOS DE SIMULAÇÃO DE ÁREAS INUNDÁVEIS: BACIA DO RIO PARARANGABA	145
<i>Íria VENDRAME; Vinícius S. OLIVEIRA</i>	
APLICAÇÃO DE MÉTODOS PROBABILÍSTICOS DE NÍVEL II E III À VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA DO MANTO DO MOLHE OESTE DO PORTO DE SINES	146
<i>Isaac Almeida de SOUSA; Maria Teresa REIS; João Alfredo SANTOS</i>	
MODELAÇÃO HIDRÁULICA E DA QUALIDADE DA ÁGUA EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO. MÉTODO DAS CARACTERÍSTICAS “ADAPTADO”	149
<i>Jorge M. P. AMADO; José A. S. MARQUES; Ana M. S. FERREIRA</i>	
SOPRO – PACOTE INFORMÁTICO PARA A CARACTERIZAÇÃO DA ONDULAÇÃO EM PORTOS	152
<i>Liliana V. PINHEIRO; Conceição Juana E. FORTES; João A. SANTOS; Maria da Graça NEVES; Rui CAPITÃO; Alexandre COLI; António GONÇALVES</i>	
SOBRE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA APOIO À GESTÃO DE EMERGÊNCIAS PROVOCADAS POR CHEIAS INDUZIDAS.....	155
<i>Maria Alzira SANTOS; António GONÇALVES; Henrique SERRANO</i>	
CALIBRAÇÃO DE UM MODELO DE BALANÇO HIDROLÓGICO APLICADO A UMA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DA RIBEIRA DE VALVERDE.....	157
<i>Maria Madalena MOREIRA; Luís RAMALHO</i>	
SISTEMA DE SUPORTE A DECISÃO (SSD) PARA GERENCIAMENTO DE PEQUENAS BACIAS URBANAS.....	158
<i>Mario T.L. BARROS; Mônica F. A. PORTO; João L. B. BRANDÃO</i>	
OTIMIZAÇÃO DA OPERAÇÃO DE SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA COM REGRA DE RACIONAMENTO	161
<i>Mario T.L. BARROS; Renato C. ZAMBON; David M. DELGADO; Paulo S.F. BARBOSA; William W-G. YEH</i>	

REDES NEURAIS CONSTRUTIVAS E MODELOS ESTATÍSTICOS QUAL A MELHOR ALTERNATIVA PARA PREVISÃO DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS	165
<i>Mêuser VALENÇA</i>	
USO DE ALGORITMOS GENÉTICOS E REDES NEURAIS CONSTRUTIVAS PARA ESTABELECIMENTO DE VOLUMES DE ESPERA EM TEMPO REAL	167
<i>Mêuser VALENÇA</i>	
A MODELAÇÃO EM RECURSOS HÍDRICOS COMO INSTRUMENTO DE APOIO AOS PROCESSOS DE DECISÃO	169
<i>Nuno BRAVO; José ANTUNES DO CARMO</i>	
ESTUDO DO RISCO DE CONTAMINAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS POR FLUIDOS DE CORTE ATRAVÉS DE EXPERIMENTOS DE MOBILIDADE E BIODEGRADAÇÃO EM AMOSTRAS DE SOLO	171
<i>Ozelito P. de AMARANTE Jr.; Natilene M. BRITO; Ricardo dos S. COELHO; Ery M. VIEIRA</i>	
O MODELO CE-QUAL-W2 COMO FERRAMENTA DE GESTÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DE ALQUEVA	173
<i>Pedro S. COELHO; Paulo A. DIOGO; Manuel C. ALMEIDA; Nelson S. MATEUS</i>	
INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS A MODELAGEM HIDROLÓGICA E HIDRÁULICA PARA SIMULAÇÃO DE CENÁRIOS DE INUNDAÇÃO.	174
<i>Paulo R. L. TAVARES; Marco A. H. CASTRO</i>	
MÉTODO DE MONTE CARLO NO DIMENSIONAMENTO E GESTÃO DE SISTEMAS DE RECURSOS HÍDRICOS	175
<i>Rita GUIMARÃES; Emídio SANTOS</i>	
BASE DE DADOS DE INSPECÇÕES DE QUEBRA-MARES DE TALUDES	176
<i>Rute LEMOS; António GONÇALVES; João A. SANTOS; Luís G. SILVA; João P. RAMALHO</i>	
 TEMA 11 HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS	
ESTUDO DA PERDA DE CARGA LINEAR NO TÚNEL ESCAVADO EM ROCHA DA USINA HIDRELÉTRICA DE SERRA DA MESA	181
<i>Cristiane C. BATTISTON; Natalia M. B. SIMMARI; Alba V. B. CANELLAS; Marcelo G. MARQUES</i>	
VÁLVULAS DE CONTROLE MULTIJATO	183
<i>Henrique M. P. ROSA</i>	
EMULSIONAMENTO DE AR DO ESCOAMENTO DESLIZANTE SOBRE TURBILHÕES EM DESCARREGADORES DE CHEIAS EM DEGRAUS	186
<i>Inês MEIRELES; Jorge MATOS; José FALCÃO de MELO</i>	
CARACTERÍSTICAS DO CAMPO DE VELOCIDADES EM MECANISMOS DE TRANSPOSIÇÃO DE PEIXES DO TIPO RANHURA VERTICAL	189
<i>Janaine Zanella COLETTI; Daniela Guzzon SANAGIOTTO; Marcelo Giulian MARQUES</i>	

DISSIPACÃO DE ENERGIA EM QUEDAS EM DEGRAUS EM COLECTORES. ESTUDO EXPERIMENTAL.....	190
<i>João AFONSO; Jorge MATOS; Maria do Céu ALMEIDA</i>	
SISTEMAS COMPLEXOS DE CHAMINÉS DE EQUILÍBRIO EM APROVEITAMENTOS HIDROELÉCTRICOS	192
<i>José Alfeu A. SÁ MARQUES; Helena M. Martins SIMÃO; Jorge M. Pascoal AMADO</i>	
APLICAÇÃO DO MÉTODO DAS MATRIZES DE TRANSIÇÃO NA AVALIAÇÃO DAS RELAÇÕES ENTRE VOLUME DE CONSERVAÇÃO E DE PROTEÇÃO CONTRA AS CHEIAS	194
<i>José Nilson B. CAMPOS; Ticiano Marinho de C. STUDART</i>	
DURAÇÃO DAS CHEIAS NO RIO TEJO. AVALIAÇÃO PRELIMINAR	197
<i>PORTELA, M. M.,</i>	
INSTALAÇÃO EXPERIMENTAL PARA O ESTUDO DO CONTROLO AUTOMÁTICO E DA MODERNIZAÇÃO DE CANAIS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA	198
<i>Manuel RIJO</i>	
CALIBRAÇÃO HIDRÁULICA DE CONTROLADORES AUTOMÁTICOS NUM CANAL COM CONTROLO POR JUSANTE À DISTÂNCIA.....	200
<i>Manuel RIJO; Carina ARRANJA</i>	
APLICAÇÃO DO CONTROLO NUMÉRICO BIVAL A UM CANAL EXPERIMENTAL	203
<i>Manuel RIJO; Nelson CARRIÇO</i>	
DEFINIÇÃO E MODELAÇÃO HIDRÁULICA DO CONTROLO POR JUSANTE À DISTÂNCIA NUMA REDE DE CANAIS COM RESERVATÓRIOS ASSOCIADOS.....	205
<i>Manuel RIJO; Patrícia OLIVEIRA</i>	
ESTIMAÇÃO DE SÉRIES DE CAUDAIS MÉDIOS DIÁRIOS NA AUSÊNCIA DE INFORMAÇÃO HIDROMÉTRICA	207
<i>PORTELA, M. M.; QUINTELA, A. C.,</i>	
CARACTERÍSTICAS DA ONDA ESTACIONÁRIA OBLÍQUA DO ESCOAMENTO DESLIZANTE SOBRE TURBILHÕES EM DESCARREGADORES DE CHEIA EM DEGRAUS COM PAREDES CONVERGENTES.....	208
<i>Margarida ANDRÉ; Jorge MATOS</i>	
AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL DA POSIÇÃO DE INÍCIO DA AERAÇÃO EM VETEDOURO EM DEGRAUS DE DECLIVIDADE 1V:1H	210
<i>Maurício Prá</i>	
AVALIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO MÉDIA DO EVENTO PARA CARGAS DIFUSAS URBANAS NA CIDADE DE SÃO PAULO	212
<i>Monica F. do Amaral PORTO; Jaqueline P. de Oliveira HAUPT; Letícia Santos MASINI; Mário Thadeu Leme de BARROS</i>	
QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA DO AQUÍFERO MISSÃO VELHA CARIRI – CE	214
<i>Zulene A. Teixeira; Renata M. Luna; Andréa P. Cysne; Napoleão QUESADO JR</i>	



TEMA 1

PROTECÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

ANÁLISE DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DE PONTE DE LIMA

Afonso M. P. R. BARBOSA;

Eng.º Civil, Águas do Minho e Lima S.A., Ed. do Instituto dos Socorros a Náufragos, 4900-370, Viana do Castelo

Sérgio A. N. LOUSADA;

Eng.º Civil, Anteros Empreitadas S.A., Avenida Comandante Brenha da Fontoura, n.º 7, 5400-128, Chaves

Naim HAIE

Prof. Associado, Universidade do Minho, Departamento de Engenharia Civil, Azurém, 4800-058, Guimarães, naim@civil.uminho.pt

INTRODUÇÃO

“A água não é um produto comercial como outro qualquer, mas um património que deve ser protegido, defendido e tratado como tal” (Haie, 2000). Devem-se definir objectivos ambientais para garantir o bom estado das águas de superfície em todo o território da comunidade e evitar a deterioração do estado das águas. As águas de superfície são, em princípio, recursos renováveis. Em especial, a garantia do bom estado das águas exige uma acção atempada e um planeamento estável, a longo prazo, das medidas de protecção, dado que a sua formação e renovação decorrem, naturalmente, ao longo de grandes períodos de tempo. Esses longos períodos de tempo, necessários para a melhoria das situações, devem ser tomados em consideração na calendarização das medidas destinadas a alcançar um bom estado das águas superficiais e a inverter qualquer tendência significativa e sustentada de aumento da concentração de poluentes nas massas de água. É necessário realizar análises das características das bacias hidrográficas e dos impactos da actividade humana, bem como uma análise económica da utilização da água.

CARACTERIZAÇÃO DA ETAR DE PONTE DE LIMA

Neste capítulo será só abordada a ETAR da vila de Ponte de Lima, por se tratar de uma estação com um número de população equivalente considerável. A estação de tratamento de águas residuais de Ponte de Lima é uma obra que já tem relativamente 20 anos de existência, perto do período de vida útil da mesma. Actualmente está já em curso a construção de duas novas ETAR's na zona do concelho de Ponte de Lima (Lanheses e Correlhã) no âmbito do *Sistema Integrado de Águas Residuais do Vale do Lima* que permitirá a desactivação da actual ETAR em funcionamento (Gat, 1998). Essas medidas permitirão às pessoas da região utilizarem as infra-estruturas de saneamento (depois de concluídas) e conseguinte desfrutarem de uma melhoria do ambiente da região.

ANÁLISE DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DA ÁREA EM ESTUDO

De acordo com a informação disponibilizada pela Direcção Regional do Ambiente e Ordenamento do Território do Norte, foi-nos possível, efectuar uma análise temporal e espacial de vários parâmetros de qualidade de água superficial, entre os anos de 1996 e 2002. Concretamente, foi feita uma média ponderada dos valores de cada parâmetro referentes ao ano e ao ponto da estação de amostragem e posteriormente, esse valor médio ponderado, foi classificado numa escala colorida na bacia hidrográfica, baseada numa escala feita de acordo com o Dec.-Lei n.º 236/98. Logicamente, que esse valor médio ponderado não traduz totalmente a realidade do parâmetro “in situ”, naquele

determinado ano, mas que andarรก muito pr3ximo da realidade, dado que a estimativa feita a cada parâmetro, n3o foi visível qualquer tipo de oscilação anormal desse valor ao longo do ano, só em casos muito pontuais.

CONCLUS3ES GERAIS

Numa avaliaç3o genérica da qualidade das 3guas superficiais, pode concluir-se que as mesmas n3o apresentam graus de poluiç3o significativos que impeçam a maior parte das suas utilizaç3es. Existem no entanto no Rio Lima, alguns troços onde se verifica, nas 3pocas de estiagem, forte contaminaç3o bacteriol3gica que pode prejudicar algumas utilizaç3es, nomeadamente o abastecimento dom3stico. Esta contaminaç3o verifica-se em algumas zonas bem determinadas, e 3 devida 3 descarga de efluentes dom3sticas e industriais, sobretudo no final da estiagem – meses de Agosto e Setembro – quando os caudais do rio s3o mais reduzidos. Essa degradaç3o de qualidade traduz-se fundamentalmente por um aumento de CBO₅, NH₄ e Coliformes Fecais (Hidroprojecto, 1992). Por observaç3o dos gr3ficos temporais e espaciais poder-se-3 de uma forma genérica afirmar que a qualidade das 3guas superficiais na 3rea de Ponte de Lima s3o boas de acordo com as normas de qualidade, realçando apenas discrep3ncias em alguns casos tais como nos coliformes fecais e totais. Importa tamb3m referir que os parâmetros totais (organol3pticos, microbiol3gicos, f3sico-qu3micos e indesej3veis) n3o foram totalmente analisados neste estudo, devido principalmente 3 falta de dados. Tendencialmente poderemos afirmar que nesta regi3o, possivelmente n3o ter3 problemas em termos de qualidade de 3gua a curto e longo prazo, desde que se introduza principalmente uma atitude sustentadora e equilibrante dos n3veis de poluiç3o das 3guas superficiais.

MINIMIZAÇÃO DO IMPACTE AMBIENTAL DE DESCARGAS DE TRATAMENTO SECUNDÁRIO EM MEIOS HÍDRICOS ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DE UM BIOFILTRO DE LEITO IMERSO

António Albuquerque

Prof. Auxiliar, Departamento de Engenharia Civil, Universidade da Beira Interior, Covilhã, +351.275.329734, aa@ubi.pt

Conceição Ferreira

Assistente, Departamento de Engenharia Civil, Universidade da Beira Interior, Covilhã, 351.275.329984

Ana Cristina CARINHA

Técnica do Ambiente, Serviços Municipalizados de Água e Saneamento, Covilhã, +351.275.310810

Jorge MAURÍCIO

Chefe de Divisão do Ambiente, Serviços Municipalizados de Água e Saneamento, Covilhã, +351.275.310810

RESUMO ALARGADO

Nas últimas décadas tem aumentado o recurso a origens superficiais para abastecimento público, o que se admite resultar, por um lado, do aumento de necessidades e, por outro, para procurar racionalizar e otimizar o número de sistemas, com as vantagens de redução de custos que se lhe associam e de qualidade de operação. O Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais 2000-2006, abreviadamente designado por PEAASAR, propõe uma série de medidas para a promoção do uso eficiente da água, destacando-se o melhoramento de Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR), através da inclusão de sistemas para a afinação de efluentes. A reutilização de efluentes tratados é uma das medidas fortemente incentivada de forma a, por um lado, evitando-se a sua descarga em massa de água ou no solo, contribuir para a melhoria da qualidade das origens de águas e, por outro lado, reduzir os volumes de captação de águas para utilizações como a rega (sector que regista o maior consumo deste bem), seja de actividades agrícola, seja de áreas para recreio e lazer. Esta medida provocaria, como consequência, reduções significativas, quer nos volumes de água a tratar, quer nos custos associados ao tratamento.

A maioria das instalações de tratamento de águas residuais domésticas com tratamento secundário utiliza sistemas biológicos convencionais, que permitem a produção de efluentes com características compatíveis com os limites de emissão estabelecidos pela legislação vigente. Estes sistemas, contudo, não removem a totalidade dos constituintes presentes nos efluentes domésticos, mesmo após tratamento secundário, podendo observar-se a presença de residuais passíveis de provocar impactes ambientais significativos nas massas hídricas e no solo, nomeadamente nos seus potenciais usos. Estes efluentes apresentam, normalmente, as características que seguidamente se indicam: 80,0 a 150,0 mg O₂ L⁻¹ (como carência química de oxigénio – CQO), 40,0 a 80,0 mg C L⁻¹ (como carbono orgânico total – COT), 10,0 a 50,0 mg SST L⁻¹ (como sólidos suspensos totais – SST), 10,0 a 20,0 mg NH₄⁺ L⁻¹ (como amónio – NH₄⁺) e uma razão C/NH₄⁺ entre 3,5 e 4,8. Estes constituintes remanescentes podem, ainda, causar impactes ambientais significativos nas massas hídricas e no solo, nomeadamente nos seus potenciais usos.

Quando o meio receptor apresenta, pelas suas características, sensibilidade à descarga de efluentes tratados ou, a jusante, é utilizado para determinado uso (e.g. abastecimento para consumo público, actividades piscícolas, manutenção de habitats e actividades de lazer), a instalação de tratamento deve ser dotada de níveis de tratamento complementares, como o terciário e o de afinação, de forma a reduzir a presença de residuais, podendo, alternativamente, integrar-se a possibilidade de reutilização. A utilização de biofiltros pode, através da alteração de procedimentos de operação (e.g. aumento da quantidade de oxigénio no meio e do tempo de contacto entre a biomassa e os

constituintes da água residual), permitir a remoção conjunta de residuais orgânicos solúveis, de azoto e de fósforo, satisfazendo aqueles objectivos.

O objectivo deste trabalho foi o de avaliar a remoção de residuais orgânicos e de azoto inorgânico (azoto amoniacal e nitrato), característicos de efluentes urbanos de tratamento secundário, através da utilização de um biofiltro (tratamento de afinação), previamente colonizado com biomassa aclimatada a um substrato simples (acetato de sódio). Realizaram-se vários ensaios de biodegradação com efluente de tratamento secundário de uma ETAR localizada no Concelho da Covilhã, recolhido no ponto de descarga, para diferentes condições de arejamento no biofiltro que podem ter influência, quer no tipo de composto a remover, quer no rendimento global do sistema. Avaliou-se a remoção de residuais orgânicos e de formas de azoto inorgânico presentes, para intervalos de cargas orgânicas entre 40,1 e 68,3 g C m⁻³ h⁻¹ (99,1 e 167,3 g CQO m⁻³ h⁻¹), de cargas de azoto amoniacal entre 13,8 e 15,0 g NH₄⁺-N m⁻³ h⁻¹ e de razões C/NH₄⁺-N entre 2,9 e 4,7.

Os resultados permitiram concluir que o biofiltro utilizado permite a redução significativa da carga poluente remanescente para as condições de operação testadas. A inclusão de arejamento permitiu uma redução superior de matéria orgânica e de azoto amoniacal, não garantindo, contudo, a eliminação total de nitrato. A utilização do biofiltro sem arejamento não permitiu obter níveis de redução de carbono e de azoto amoniacal tão elevados, mas possibilitou a eliminação significativa de nitratos. Relativamente à remoção de sólidos, observou-se boa capacidade de retenção do biofiltro, inclusive quando, por inclusão de arejamento, a área de filtração ficou reduzida, não tendo sido notada variação significativa na qualidade do efluente.

Foram obtidos efluentes finais com concentrações de CQO inferiores a 50,0 mg O₂ L⁻¹, de COT inferiores a 17,0 mg C L⁻¹, de SST inferiores a 25,0 mg L⁻¹, de amónio inferiores a 7,5 mg L⁻¹ e de nitrato inferiores a 2,0 mg L⁻¹. Estas características permitem admitir a sua reutilização em actividades diversas, embora se considere a necessidade de incluir análises complementares à turvação, a alguns metais pesados e a parâmetros microbiológicos, em actividades como a rega de culturas agrícolas e a utilização doméstica e industrial, que não incluam o contacto directo ou o consumo humano.

As actividades que poderão considerar-se mais adequadas para a reutilização do efluente doméstico final são a aplicação na agricultura, como corrector orgânico e fertilizante, a rega de espaços verdes, a lavagem de espaços públicos, a utilização doméstica e industrial, que não inclua contacto directo. A sua utilização para a recarga de aquíferos e utilizações domésticas e industriais, que não envolvam o seu consumo, deverão ser consideradas apenas após avaliação prévia da carga bacteriológica associada e dos possíveis riscos sanitários envolvidos.

As reutilizações consideradas poderão trazer, além da redução do impacte ambiental, diminuição da poluição provocada, benefícios associados à redução da captação de água, preservando a sua disponibilidade, e ao interesse económico, ao nível da poupança, quer doméstica, quer industrial, quer para as entidades gestoras do recurso.

Nestes termos, a utilização de biofiltros para a remoção de compostos residuais de tratamento secundário apresenta-se como uma alternativa vantajosa tendo em vista a redução do impacte ambiental em meios hídricos e a produção de efluentes para reutilizar, enquadrando-se nos objectivos da Directiva-Quadro da Água (Directiva 2000/60/CE do Parlamento e Conselho, de 23 de Outubro) e nas metas do Plano Nacional da Água (Decreto-Lei nº 112/2002 de 17 de Abril) para a preservação da qualidade da água.

PALAVRAS-CHAVE: Minimização do impacte ambiental, Afinação de efluente secundário, Biofiltro

EVOLUÇÃO DOS COMPOSTOS AZOTADOS NA QUALIDADE DA ÁGUA NA ILHA DE SANTIAGO – CABO VERDE

ANTÓNIO PEDRO Said Aly de PINA

*Eng.º Químico, Tel.: (238) 998 20 30 – antoniopp@ingrh.gov.cv
Instituto Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos
Cabo Verde*

RESUMO

Os recursos hídricos subterrâneos desempenham um papel fundamental, constituindo a principal fonte de abastecimento de água para as populações de pequenos aglomerados urbanos.

A presente comunicação constitui uma síntese do estudo desenvolvido nos seis (6) concelhos da ilha de Santiago, Cabo Verde, em captações do tipo poço, furo e galerias, para abastecimento da população cujo objectivo era o de caracterizar a evolução do parâmetro azoto, N, e os seus derivados, nitratos (NO_3) e nitritos (NO_2) verificando como se reflectem as práticas agrícolas na qualidade das águas subterrâneas, a sua interacção com as águas superficiais e consequências para o Ambiente e Saúde Pública.

A agricultura é geralmente considerada como a principal responsável pelo aumento de nitratos nas águas subterrâneas (OCDE, 1989).

O terreno é regado pela água que forma um aquífero livre sob toda a zona e cuja captação é efectuada através de poços e furos.

A qualidade da água era tanto pior quanto maior o caudal de extracção e deteriorava-se com a continuidade de exploração de cada captação levando, em certos casos, ao seu abandono.

O INGRH inventariou todas as origens e recolheu 130 amostras.

No Laboratório de Qualidade da Água, foram determinados os seguintes parâmetros:

Condutividade, Cloretos, Sulfato, Nitratos, Nitritos, Amónio, Cálcio Magnésio, Dureza Total, Alcalinidade, pH e Oxidabilidade.

IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS CRÍTICOS DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA: O ESTUDO DE CASO DA BACIA DO RIACHO PAJEÚ, FORTALEZA – CEARÁ.

ARNALDO Pinheiro Silva

Eng.º Civil, Professor da Gerência da Construção Civil do Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará, CEFET, Av. 13 de maio 2081, Benfica, Fortaleza, Ceará, Brasil, 60.040-531, (85) 3288.3666, (85) 3278.6556, arnaldo@fortalnet.com.br

José NILSON B. Campos

Eng.º Civil, Professores do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, UFC, Campus do Pici, Centro de Tecnologia, Bl. 713, Fortaleza, Ceará, Brasil, 60.451-970, (85)3288.9623, nilson@ufc.br

TICIANA M. de Carvalho Studart

Eng.ª Civil, Professores do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, UFC, Campus do Pici, Centro de Tecnologia, Bl. 713, Fortaleza, Ceará, Brasil, 60.451-970, (85)3288.9623, ticiana@ufc.br

Maria INÊS Teixeira Pinheiro

Eng.ª Civil, Gerente de Monitoramento/Desenvolvimento Institucional da Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará, SRH, Av. General Afonso A. Lima, S/N Centro Administrativo – Cambéba, Edifício SEDUC – Bloco C – 1ª Andar, Fortaleza, Ceará, Brasil, 60.819-900, (85) 3488.8555, ines@srh.ce.gov.br

As enchentes urbanas são um problema crônico nas grandes cidades brasileiras, decorrentes do uso e da ocupação desordenada do solo, associadas à ineficiência dos sistemas de esgotamento sanitário e de coleta de lixo. Ademais, a maior parte dos sistemas de drenagem urbana foram concebidos segundo a concepção antiga que adota, como princípio fundamental, o afastamento da água precipitada o mais rápido possível da área em que ocorre a chuva. A adoção desse princípio leva ao aumento, não só da vazão máxima de escoamento, como também da frequência e da magnitude das inundações nas áreas topograficamente mais baixas.

A cidade de Fortaleza, capital do Estado do Ceará, não foge a esta regra e, a cada estação chuvosa, vários locais são inundados. Alguns são velhos conhecidos da população e frequentadores assíduos das manchetes de jornais, outros, só se revelam de tempos em tempos.

O mapeamento destes locais é de máxima importância para os gestores da cidade. Em assim sendo, este trabalho pretende identificar os pontos críticos de alagamento, usando como estudo de caso uma bacia hidrográfica localizada na região central de Fortaleza – a bacia do Riacho Pajeú. Vários são os critérios de identificação: levantamento topográfico; conhecimento comum da população afetada; notícias veiculadas na mídia; elementos usados nas edificações para proteção contra enchentes; registro de imagens nos pontos de ocorrência; cadastro de pontos de ocorrência registrados por entidades afetadas pelos alagamentos como, por exemplo, o órgão responsável pelo sistema de trânsito e registros de coleta de lixo. Os pontos identificados segundo os critérios acima citados serão ainda avaliados segundo critérios hidráulicos, levando-se em conta cenários atual e futuro de ocupação urbana, associados a períodos de retorno das precipitações pluviais.

PALAVRAS – CHAVE: Identificação, pontos críticos, drenagem, Fortaleza.

A SUSTENTABILIDADE HÍDRICA NA PRODUÇÃO DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL NO ESTADO DA BAHIA – BRASIL

Eraly A. SILVA

Ms. Eng.ª Civil, PETROBRAS, Av. ACM 1113, Salvador, Bahia, Brasil, eraly@petrobras.com.br

Ranilson C. PRESTRELO

Eng.º Civil, PETROBRAS, Av. ACM 1113, Salvador, Bahia, Brasil, ranilson@petrobras.com.br

Jorge L. Z. TARQUI

Dr. Eng.º Civil, UCSal e PEC-UNEB, R. Flamengo Qd. 7 lot. 03 casa 01, bairro Itapuã, Salvador, Bahia, Brasil, 41635480, jiztarqui@yahoo.com.br

RESUMO

Este trabalho aborda as vivências e desafios a serem vencidos para a garantia da sustentabilidade hídrica da produção terrestre de petróleo e gás natural no Estado da Bahia-Brasil. A Unidade de Negócios de Exploração e Produção da Bahia (UN-BA) é umas das nove unidades da PETROBRAS que explora e produz petróleo no território brasileiro. Na UN-BA, no 2003, a produção média de óleo, condensado e líquido de gás natural foi de 50,69 mil barris de petróleo por dia, enquanto que a produção de gás natural foi de 5,94 milhões de metros cúbicos por dia. Nos processos de produção de óleo e gás a água possui papel de destaque tanto pela sua característica de insumo básico para o abastecimento industrial, incluindo a injeção em poços para recuperação secundária na produção, quanto pela extração de água salina na cadeia dos processos produtivos de óleo. Os desafios existentes para a garantia da produção terrestre da UN-BA, com sustentabilidade hídrica do negócio é o foco deste trabalho. Problemas como a disposição da água salina produzida, a preservação de aquíferos propensos, à contaminação e a racionalização do uso de água são analisados. Apresentam-se medidas preventivas e ações operacionais alternativas que visam: à identificação, o controle e o monitoramento de riscos e impactos, à adequação da segurança ambiental dos processos às melhores práticas mundiais e à garantia da sustentabilidade do negócio em suas dimensões econômica, ambiental e social, considerando a eco-eficiência das operações de produção de petróleo e gás em locais geograficamente dispersos, localizados na região Nordeste do Brasil e próximos a áreas com características climáticas de semi-aridez.

PALAVRAS-CHAVE: produção de petróleo, gerenciamento de recursos hídricos

DIRETRIZES ECOLÓGICAS EM PROJETOS DE RECUPERAÇÃO DE RIOS URBANOS TROPICAIS: ESTUDO DE CASO NO RIO TIJUCO PRETO (SÃO CARLOS-SP, BRASIL).

Espíndola, E. L. G.

Núcleo de Estudos de Ecossistemas Aquáticos, Universidade de São Paulo-EESC. Brasil. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental email: elgaeta@sc.usp.br

Barbosa, D. S.

Núcleo de Estudos de Ecossistemas Aquáticos, Universidade de São Paulo-EESC. Brasil. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental email: elgaeta@sc.usp.br

Grande parte os rios urbanos tropicais encontram-se em estado avançado de degradação devido, principalmente, a ausência de tratamento dos efluentes domésticos. Contudo, somente o tratamento dos efluentes não é capaz de reabilitar aspectos funcionais de sistemas lóticos. O projeto de recuperação do Rio Tijuco Preto, financiado pela Prefeitura Municipal de São Carlos, desenvolvido por uma equipe multidisciplinar, teve como um dos pilares a recuperação de aspectos funcionais do sistema, buscando compatibilizar soluções de drenagem urbana, paisagismo e funcionalidade ecológica. O presente estudo foi desenvolvido em duas etapas: diagnóstico ambiental inicial e a elaboração de diretrizes para as obras de reabilitação. Na fase de diagnóstico, foram realizadas amostragens de água, sedimento e comunidades biológicas (macroinvertebrados), além de análises de características hidráulicas e ensaios ecotoxicológicos. Baseando-se em fotos aéreas e relatos de moradores, foi possível realizar uma análise retrospectiva das características ambientais existentes na década de 60, antes da urbanização em massa da bacia. Foram identificadas as regiões do sistema que possuem alto valor para a recolonização de macroinvertebrados (diversidade Shannon de 2,1 e 3,1 bits/ind.) e como criadouros naturais de peixes e anfíbios e a fragmentação do sistema causada por obras hidráulicas. Através da interpretação do diagnóstico ambiental, foram elaboradas diretrizes para a realização das obras de recuperação, discutindo-se os resultados com a equipe. Em muitos casos, a opção por tecnologias que restabelecem aspectos funcionais dos sistemas lóticos, apresentaram menores custos em relação à tecnologia convencional (canalização de concreto), sem interferir na eficiência da drenagem urbana. Um dos maiores problemas encontrados durante o estudo foi a obtenção de materiais que possuam resistência mecânica as fortes torrentes tropicais e que permitam criar uma estrutura física capaz de sustentar a funcionalidade ambiental em longo prazo.

MONITORAMENTO AMBIENTAL DA ALBUFEIRA DE CAHORA BASSA

Francisco J. Coelho da Rocha e Silva¹, *MBA Strategy Management*

Henrique Santos Silva², *PhD Civil Engineering*

Rosaque J. Guale³, *MSc. Hydro-Resources Management*

HCB -Hidroeléctrica de Cahora Bassa, SARL, Songo, Moçambique

1 - Administrador

2 - Director Recursos Hídricos e Ambiente

3 - Técnico Superior Ambientalista

RESUMO

A barragem de Cahora Bassa situa-se no rio Zambeze, naquela que é a maior bacia hidrográfica da África Austral. A albufeira criada, com uma capacidade máxima de $65 \times 10^9 \text{m}^3$, é a segunda maior da bacia, a seguir à de Kariba, que se situa a montante. A sua localização, a jusante de grandes aglomerados populacionais na Zâmbia e no Zimbabwe e de zonas onde a pressão demográfica, agrícola e industrial é intensa, justifica que sejam considerados cuidados de monitoramento apropriados para controlo da qualidade de água que serve de habitat aos ecossistemas gerados após o enchimento e que é devolvida aos sistemas aquáticos de jusante e também à preservação das infraestruturais de retenção e de produção energética.

Nesta comunicação expõem-se as principais características da bacia e da albufeira, o programa de monitoramento ambiental levado a cabo pela Hidroeléctrica de Cahora Bassa e alguns resultados recolhidos e tratados ao longo dos 30 anos de vida do lago com a construção da barragem em 1975.

São, assim, referidos os objectivos e critérios norteadores das actividades desenvolvidas, os meios para a sua prossecução e uma síntese da evolução de alguns parâmetros de controlo ambiental. São tecidas também considerações sobre a problemática da sedimentação ao longo da albufeira e do controlo e combate às plantas infestantes aquáticas.

IMPACTO MICROBIOLÓGICO NA QUALIDADE DA ÁGUA DE UMA MICROBACIA CARACTERIZADA PELO USO DOS RESÍDUOS ANIMAIS COMO FERTILIZANTE

Julio Cesar Pascale PALHARES

Zootecnista, Embrapa Suínos e Aves, Br 153 Km 110, 89700-000, Concórdia-SC Brasil, palhares@cnpa.embrapa.br

Andrea Dedini JACOB

Zootecnista, Embrapa Suínos e Aves, Br 153 Km 110, 89700-000, Concórdia-SC Brasil, deajacob@yahoo.com

Paulo BELLI FILHO

Eng.º Sanitarista, UFSC, Av. Rio Branco 525, 12358-541, Florianópolis_SC Brasil, belli@ens.ufsc.br

1. INTRODUÇÃO

Analisando-se a realidade do Estado de Santa Catarina, mais especificamente de sua Região Oeste, onde as produções de suínos, aves e bovinos de leite estão concentradas e intensificadas; as propriedades apresentam um tamanho média de 20 ha; o relevo é muito acidentado e; a mão-de-obra é familiar. Os resíduos têm sido aproveitados, quase que exclusivamente, como fonte de nutrientes para as culturas, o que tem causado processos de degradação dos solos e das águas superficiais e subterrâneas devido a aplicação excessiva destes resíduos como fertilizante.

Destaca-se que este uso incorreto dos resíduos como fertilizantes ainda dispõe de um amparo legal, pois as legislações referentes ao licenciamento ambiental de granjas de suínos e aves preconiza a aplicação dos resíduos no solo baseado no volume gerado ou no número de cabeças por unidade de área e não pela quantidade de nutrientes.

Devido ao uso intenso das fontes de água superficiais e considerando os princípios de saúde pública e segurança alimentar, o objetivo deste trabalho foi monitorar a qualidade microbiológica das águas de uma microbacia localizada na Região Oeste de Santa Catarina caracterizada pelo uso de resíduos animais como fertilizante.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O monitoramento ocorreu na microbacia hidrográfica do Lajeado Dente de Ouro, localizada no município de Concórdia, Oeste do Estado de Santa Catarina, Região Sul do Brasil.

Com uma periodicidade quinzenal, oito pontos da microbacia foram monitorados durante seis meses a partir de junho de 2004. O período de coleta escolhido é justificado devido ao fato de compreender o período de preparo dos solos para semeadura do milho, principal cultura agrícola da região e maior receptora de fertilizantes na forma de dejetos de suínos e/ou camas de frango.

Para a mensuração das populações de Coliformes Totais, Coliformes Fecais e *Escherichia Coli* foi utilizado o kit de Petrifilm, obtendo-se resultados em Unidades Formadoras de Colônias por mililitro (UFC/ml).

Anterior ao início do monitoramento, realizou-se um diagnóstico sócio-econômico da microbacia a fim de levantar dados relacionados ao tamanho dos rebanhos de suínos, aves e bovinos, as culturas vegetais predominantes e ao uso dos resíduos animais como fertilizante. Este diagnóstico foi efetuado através de entrevistas com os produtores, onde estes responderam a um formulário.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram entrevistados 15 produtores. A área média das propriedades foi de 23,1 ha, sendo a maior parte desta ocupada com a cultura do milho, média de 9,5 ha por propriedade e pastagem natural, média de 3,4 ha. Outras culturas cultivadas era o feijão e o trigo, estando a produção destes voltada para o consumo próprio, e a laranja e o fumo, visando a comercialização.

Em relação a atividade suinícola, dos produtores entrevistados, 66,6% a desenvolviam, sendo que para 60% destes esta era a atividade econômica principal da propriedade. O rebanho total da microbacia era de 302 matrizes, 1.271 leitões, 15 cachacos e 580 animais em crescimento e terminação. Dos entrevistados, 40% eram avicultores, totalizando um rebanho de 54.000 aves, média de 12.000 aves por produtor. Todos os produtores utilizavam como material de cama a maravalha, sendo que estes aproveitavam a cama de frango como fertilizante. A média de cabeças de vacas de leite por produtor foi de 6,5, sendo que 86,6% dos entrevistados desenvolviam esta atividade.

A menor concentração de Coliformes Totais foi verificada na nascente, durante a primeira coleta, 1 UFC/ml, enquanto que a maior foi obtida no Ponto 2, durante a quinta coleta, 460 UFC/ml. Os resultados avaliados permitem estabelecer uma relação direta do manejo dos solos e de adubação com a qualidade microbiológica das águas superficiais, concluindo-se que ou os resíduos estão sendo dispostos diretamente nos rios, ou as práticas de conservação dos solos estão sendo mau conduzidas, aliado ao fato de uma excessiva disposição de resíduos como fertilizante, fazendo com que o excesso chegue as águas.

O Ponto 2 apresentou a menor e maior concentração de Coliformes Fecais ao longo do monitoramento, 1 UFC/ml e 300 UFC/ml, respectivamente. Outra lei relacionada aos recursos hídricos, é a Resolução 20 do Conselho Nacional de Meio Ambiente que estipula os parâmetros de qualidade a fim de classificar os rios da federação. Considerando o que a lei determina que um rio de Classe Especial pode ser utilizado para o abastecimento sem previa desinfecção desde que os coliformes fecais estejam ausentes em qualquer amostra, os resultados obtidos com o monitoramento demonstram que o Lajeado Dente de Ouro não poderia ser classificado como especial.

Somente em uma amostragem observou-se ausência de *E. coli* no Ponto 4 na décima primeira coleta. A maior concentração ocorreu no Ponto 2, 160 UFC/ml, na quinta coleta. Esta concentração máxima demonstra total relação com o ocorrido para as concentrações de coliformes, pois para estes também a máxima concentração foi observada na quinta coleta no Ponto 2.

4. CONCLUSÕES

Analisando-se os resultados levantados a partir do monitoramento, as características sócio-econômicas da microbacia e sua espacialização e as características de trato cultural do milho, pode-se concluir que o manejo dos solos, via programas de adubação da cultura predominante, influenciou na qualidade microbiológica das águas superficiais da microbacia, correspondendo a elevadas concentrações de Coliformes Totais, Fecais e *Escherichia Coli* nestas.

De acordo com a realidade verificada, deve-se implementar um plano de manejo da microbacia, focado na utilização dos resíduos animais como fertilizante, destacando que este plano não deve ter um caráter proibitivo, pois o uso destes resíduos como fonte de nutrientes apresenta vantagens como a melhoria das condições naturais dos solos e redução dos custos de produção das lavouras, devido a não aquisição de adubos químicos. Mas obrigatoriamente deve apresentar um caráter restritivo, pautando-se pelo conceito de balanço de nutrientes, onde a quantidade a ser aplicada deve considerar as características do solo, da cultura e do resíduo.

Outras medidas que poderiam estar contidas neste plano seriam a recuperação das áreas de mata ciliar; a proteção da nascente da microbacia a partir de vegetação e impedimento do seu uso

como bebedouro, medidas estas que poderiam ser estendidas a todas as nascentes; o estabelecimento de culturas vegetais com maior poder de extração de nutrientes; o reordenamento produtivo da microbacia, no qual as propriedades seriam alocadas de uma forma mais homogênea no espaço hidrográfico; e a paralisação do processo de concentração de animais até se ter certeza da capacidade suporte da unidade hidrográfica.

QUALIDADE DA ÁGUA EM FONTES SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS NO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO

Margarida REGUEIRA DA COSTA ;

Engenheira Civil, Bolsista do CNPq no exterior (Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos – UFPE / TU-Berlin); regueira.costa@uol.com.br

José Almir CIRILO;

Engenheiro Civil; Prof. Dr. da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE, Departamento de Recursos Hídricos e Tecnologia Ambiental) – Pernambuco, Brasil; almir.cirilo@terra.com.br

Günter GUNKEL;

Priv. Doz. Dr. da Universidade Técnica de Berlim (TU Berlin, Departamento de Controle Qualidade de Água) - Alemanha; guenter.gunkel@TU-Berlin.de

Suzana Maria GICO LIMA MONTENEGRO.

Engenheira Civil; Prof. Dr. da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE, Departamento de Recursos Hídricos e Tecnologia Ambiental) – Pernambuco, Brasil; suzanam@ufpe.br

RESUMO

A heterogeneidade de situações agroclimáticas e sócio-econômicas do semi-árido brasileiro exige adaptações, ao nível local, das tecnologias de utilização e conservação dos recursos hídricos. Em decorrência disso, é preciso analisar as alternativas de obtenção de água para usos diversos. Dentre elas pode-se destacar a exploração racional dos aquíferos aluviais que, no estágio atual de necessidades de água para a região, são tão importantes quanto os grandes aquíferos.

Neste trabalho foi feita uma abordagem sobre uma destas alternativas através da construção de barragens subterrâneas no Nordeste do Brasil, em particular Mutuca - Município de Pesqueira, Estado de Pernambuco, analisando-se o comportamento qualitativo do aquífero aluvionar barrado para um período de aproximadamente um ano hidrológico.

PALAVRAS-CHAVE: barragens subterrâneas; aluvião; semi-árido.

MORTALIDADE POR GASTROENTERITE EM MENORES DE CINCO ANOS, NO BRASIL, 1997 – 2001 UM ESTUDO POR BACIA HIDROGRÁFICA

Maria Leonor BAPTISTA ESTEVES

Mestre em San., M. Ambiente e Rec. Hídricos, ANA, Setor Policial Sul, Área 5, Bl. L, Brasília, Brasil, (61) 2109 5322, leonor@ana.gov.br

Luciana TRICAI CAVALINI

Médica, Departamento de Epidemiologia e Bioestatística, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, Brasil.

Carmem Lucia WANNER ESTIMA

Secretaria da Saúde do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil.

Luís César PERUCCI DO AMARAL

Escola Nacional de Saúde Pública, FIOCRUZ, Rio de Janeiro, Brasil

Marcelo SANTOS SAMPAIO

Escola Nacional de Saúde Pública, FIOCRUZ, Rio de Janeiro, Brasil

Paulo Renato da SILVA ABBAD

Eng.º Civil, Secretaria da Saúde do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil.

1 – INTRODUÇÃO

A diarreia em crianças (especialmente em menores de cinco anos) é considerada um problema relevante de saúde pública no Brasil. É uma doença de grande incidência, nesta faixa etária, e se associa a considerável letalidade, não obstante a existência de métodos simples de prevenção da sua ocorrência. Mais ainda, é um indicador de saúde capaz de expressar desigualdade, visto que é mais freqüente e apresenta maior gravidade entre populações infantis expostas a piores condições sociais, econômicas, de saneamento e de assistência à saúde (Campos *et al.*, 1995; Benicio & Monteiro, 2000).

O saneamento ambiental é, reconhecidamente, um fator de proteção para a diarreia em crianças. Entretanto, o papel do acesso a fontes naturais de água e as características das mesmas, como determinantes do perfil epidemiológico da diarreia em crianças, ainda necessita de investigação.

Este estudo levanta a hipótese de que é possível relacionar a heterogeneidade espacial da taxa de mortalidade por gastroenterite, em menores de 5 anos, identificando-a no nível de bacias hidrográficas. Considera-se, portanto, que a distribuição desta doença é determinada em função de diferenças no suprimento de água de cada área considerada, das condições de esgotamento sanitário e de limpeza urbana, condições ambientais, e, em parte, pelas situações sócio-econômicas das populações locais.

2 - OBJETIVO

Estimar a mortalidade por gastroenterite na população brasileira menor que cinco anos, a partir de recorte territorial “bacia hidrográfica”, nível 2, analisando-se os efeitos da estrutura sócio-econômica e de saneamento das áreas estudadas, no período entre 1997 e 2001.

3 - METODOLOGIA

Este é um estudo descritivo da mortalidade por gastroenterites em menores de 5 anos. Adotou-se, como unidade de observação, as bacias hidrográficas brasileiras, Nível 2, de acordo com a

sistemática para codificação de bacias hidrográficas do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH. Este nível de agregação foi escolhido para permitir a visualização em mapas do território brasileiro em conjunto (Pfafstetter, 1989; CNRH, 2002).

O indicador de saúde, deste estudo – mortalidade por gastroenterite em menores de 5 anos, foi obtido mediante a utilização de duas fontes de dados. Para a contagem dos óbitos em menores de 5 anos, referentes aos códigos A00 a A09 da Décima Revisão da Classificação Internacional de Doenças e de Problemas Relacionados a Saúde (Centro Brasileiro de Classificação de Doenças, 1993), utilizou-se Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) (Ministério da Saúde, 2004a). Para a contagem da população menor de 5 anos, por município, e para os indicadores sócio-econômicos e de saneamento, a fonte de dados foi a base de dados do Censo Demográfico Brasileiro de 2000 e as projeções intercensitárias para os anos 1997, 1998, 1999 e 2001 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2004).

O SIM se constitui na fonte oficial de dados sobre óbitos para a área de saúde no País. Os dados do SIM são os mais fidedignos na avaliação dos eventos de mortes e nascimentos em razão do acompanhamento sistemático da ocorrência do evento. Mesmo com o imenso avanço deste sistema de informações, nos últimos anos, ainda existem estados onde a cobertura e a qualidade das informações são precárias, o que leva à necessidade da adoção de estimativas indiretas para o cálculo das taxas de mortalidade (Ministério da Saúde, 2004c).

A base de dados adotada englobou o resultado da pesquisa de mortalidade por gastroenterite em menores de 5 anos, para os 5.507 municípios brasileiros, bem como as variáveis correspondentes aos sistemas de abastecimento de água, de esgotamento sanitário e de coleta de lixo, relativos aos 5 anos contemplados pelo estudo.

O desafio colocado foi o cálculo das taxas de mortalidade por gastroenterite em menores de cinco anos, no Brasil, entre os anos de 1997 – 2001, adotando-se a bacia hidrográfica, como unidade de observação, de modo a correlacioná-las com as condições sanitárias vigentes localmente, no mesmo período. Para poder-se alcançar este objetivo, optou pelo georeferenciamento das informações, concentrando os dados referentes a 5507 municípios em 82 bacias de nível 2.

Fez-se a verificação da correlação dos limites de municípios com os de bacias. Tanto os dados de saúde quanto os dados de saneamento são relativos à unidade política correspondente à área de um município. A bacia hidrográfica é uma limitação baseada em divisores físicos, não apresentando, portanto, correlação territorial com os municípios ou com suas sedes. Na maioria dos casos, obteve-se uma boa superposição dos limites de bacia nível 2, com os limites dos municípios (figura 2).

Para georeferenciar os dados, adequadamente, adotou-se uma simplificação: concentrou-se toda a informação na sede municipal, como se tudo fosse relativo à sede e, não, ao município. Este artifício foi adotado devido ao fato de poder-se correlacionar a localização da sede com uma coordenada geográfica. Também tornou possível associar a base dados do Ministério da Saúde com a base das bacias hidrográficas.

4 - ANÁLISE DOS RESULTADOS E CONCLUSÃO

Uma análise geral permite avaliar a evolução das taxas de mortalidade por gastroenterite, em menores de 5 anos, no período estudado e a correlação entre a taxa de mortalidade e as condições sócio-econômicas. Estes cinco anos foram significativos na redução das taxas de mortalidade infantil. É notório o saldo de qualidade de vida dado pela Região Nordeste, entre os anos de 1998 e 2000.

De uma forma geral, os mapas ilustram bem a realidade retratada nas estatísticas de saúde. Para balizar o gerenciamento das bacias hidrográficas brasileiras, está em fase de elaboração, o Plano Nacional dos Recursos Hídricos - PNRH. É essencialmente um instrumento de planejamento estratégico que deve ser elaborado a partir das definições, princípios e diretrizes consagradas na

Constituição Federal, na Lei N.º 9.433, de 1997 e nas diretrizes aprovadas pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH.

O Plano deverá ser elaborado a partir de dados, informações, levantamentos e estudos já disponíveis. Isto implica em um trabalho de compilação, análise e síntese de informações dispersas, existentes em diversas entidades públicas e privadas podendo, eventualmente, ser complementado com estudos específicos decorrentes de possíveis lacunas nas bases de dados existentes.

Neste aspecto, o estudo apresentado configura-se como um instrumento bem estruturado para subsidiar as análises do PNRH.

INDICADOR DE QUALIDADE DA DRENAGEM URBANA POR VIAS, SETORES CENSITÁRIOS E BAIROS PARA A AVALIAÇÃO DA SALUBRIDADE AMBIENTAL

Marie Eugénie Malzac BATISTA;

Analista de Sistemas, R:Vicente Vita, 267, apto.02, Camboinha, Cabedelo-PB, Brasil, 58310-000, marie@codata.pb.gov.br

Eduardo Rodrigues VIANA de Lima

Geógrafo, Universidade Federal da Paraíba-CCEN/ UFPB, Campus Universitário I, CEP 58.059-900 João Pessoa PB, Brasil

Tarciso CABRAL DA SILVA

*Engº Civil, Universidade Federal da Paraíba-CT/ UFPB, Campus Universitário I, CEP 58.059-900 João Pessoa PB, Brasil,
tarciso @lrh.ct.ufpb.br*

RESUMO ALARGADO

São mostrados nesta comunicação a elaboração e aplicação de um indicador de qualidade da drenagem urbana, denominado Idu, como um sub componente do ISA/JP - Indicador de Salubridade Ambiental. O ISA/JP é uma adaptação do modelo desenvolvido pelo Conselho Estadual de Saneamento do Estado de São Paulo, Brasil, em 1999. Atualmente os indicadores têm a finalidade de prover informações, permitindo se obter novos conhecimentos visando o melhoramento da qualidade de vida em dimensão social e ambiental. No entanto, não consistem em informações explicativas ou descritivas, más pontuais no tempo e no espaço, cuja integração e evolução permitem o acompanhamento dinâmico da realidade. A construção do Idu, está sendo feita dentro deste entendimento, principalmente a partir das novas concepções de espacialidade das informações. Para a avaliação do Idu, considera-se o estado das ruas de um setor censitário componente de um bairro, no que se refere à possibilidade de ocorrências de inundação, defeitos e pavimentação porventura existentes. Atribui-se então valores numéricos conforme uma classificação de performance adotada. A avaliação dos defeitos das vias foi feita observando-se o método de Eaton et al. (apud Oda, 1998). As possibilidades de ocorrências de inundação ou alagamento são avaliadas a partir de informações de moradores e visitas de observação na ocasião de períodos chuvosos. A importância relativa de cada um dos fenômenos intervenientes e da pavimentação porventura existente na área urbana em estudo foi considerada na concepção do indicador de drenagem urbana, Idu. É utilizado um SIG - Sistema de Informações Geográficas como ferramenta para os cálculos e espacialização das informações. O indicador Idu deverá servir como instrumento para o planejamento urbano e definição de prioridades de adoção de medidas estruturais ou não estruturais de drenagem no meio urbano. Aplica-se o modelo Idu aos bairros costeiros da cidade de João Pessoa no Estado da Paraíba, Brasil, quais sejam os bairros do Bessa, Aeroclub, Jardim Oceania, Manaíra, Tambaú, Cabo Branco, Altiplano Cabo Branco, Penha e Ponta do Seixas. Os resultados mostraram os bairros do Bessa e do Aeroclub como extremamente precários em termos de infra-estrutura de drenagem urbana, com classificação Ruim/Muito Ruim enquanto que os bairros do Cabo Branco, Tambaú e Manaíra apresentaram as melhores condições, como Excelente. No total dos bairros analisados, compreendendo 72 setores censitários, sendo que 44 foram classificados como em condição Excelente, 3 Muito Boa, 5 Boa, 3 Regular e 17 Ruim/Muito Ruim. Embora tenha-se calculados os valores de Idu por rua, não mostrados neste comunicação, a análise desta forma detalhada pode ser feita de maneira análoga. Os indicadores tratados nesta comunicação são relativos aos critérios adotados para a classificação de performance da drenagem urbana tomando-se como base a cidade de João Pessoa. Portanto, suas características referentes à qualidade da infra-estrutura urbana devem ser vistas apenas para fins de

comparação nesta malha urbana. Para aplicação em outra cidade, ou seja, em contexto urbano diferente, deve-se examinar sobre a pertinência com relação aos critérios e valores adotados neste trabalho. Como benefícios econômicos diretos decorrentes da maior eficácia nos investimentos em saneamento e melhoria das condições ambientais, os resultados esperados deverão permitir uma substancial economia, por uma escolha mais acertada das prioridades, promovidos pela maior consciência das carências nos diferentes setores urbanos e pelo maior ganho em termos de benefícios sociais a serem conseguidos.

À semelhança de estudos internacionais, em Portugal, os metais pesados têm merecido especial atenção na monitorização das AEE. Os SST e os parâmetros medidos *in situ* condutividade e pH, também têm sido sistematicamente considerados. Estão disponíveis menos dados relativamente à matéria orgânica e nutrientes. A salinidade, a dureza e os cloretos só foram determinados mais sistematizadamente no estudo do IP 5.

A investigação realizada até à data, traduz um paralelismo geral com estudos realizados internacionalmente.

Não é evidente um padrão típico das características das AEE com o tipo de rodovia (incluindo tráfego médio diário), quantidade de precipitação, práticas de manutenção ou meio envolvente.

As AEE têm uma concentração relativamente reduzida na maioria dos parâmetros. Porém, a sua descarga continuada no meio hídrico ou no solo, tende a originar a sua acumulação no meio receptor, despoletando eventuais impactes ambientais.

Algumas das AEE monitorizadas em Portugal, apresentam características específicas associadas a contextos particulares, ainda não referenciadas na bibliografia internacional.

Em algumas rodovias verifica-se uma concentração mais elevada de zinco. Esta concentração, para além das origens comuns deste elemento nas AEE, parece estar associada às guardas de segurança metálicas. De facto, em todos os estudos onde a concentração de zinco é mais elevada, os troços rodoviários monitorizados têm implantadas guardas de segurança deste tipo.

Da análise dos estudos realizados, parece evidente que a concentração de zinco tende a decrescer, a partir da data de início de exploração da estrada, até se aproximar dos valores comuns para este elemento nas AEE.

Num dos últimos estudos de monitorização de AEE realizados, sobressaiu uma especificidade muito particular, que parece ser de relevante técnico-científico. Na monitorização das AEE do IP 5, foi detectada uma salinidade elevada. Este facto deverá estar associado com o transporte de massas de ar do oceano e com a brisa marinha. Os sais marinhos são depositados e acumulados no pavimento do IP 5 entre eventos de precipitação, cristalizando durante os períodos secos, o que poderá gerar mudanças na qualidade das AEE e ter, inclusive, efeitos na estrutura do pavimento.

Por si só, a salinidade elevada não parece ter impactes no meio hídrico receptor, porém ela pode originar uma maior solubilização e mobilização dos metais pesados e ter reflexos numa concentração mais significativa da matéria orgânica.

Em Portugal, os dois estudos de monitorização realizados no Túnel da Gardunha (IP 2) também obtiveram conclusões não referenciadas internacionalmente. A este nível, saliente-se os efeitos que a ventilação (natural e forçada) desta estrutura poderá ter na menor acumulação de poluentes no interior do túnel.

Parece que a poluição “gerada” nos túneis rodoviários tenderá a depositar-se nos troços exteriores e adjacentes aos extremos destes.

De modo sistematizado, as características das AEE e potenciais impactes ambientais devem ser assumidos no planeamento, projecto, construção e exploração/manutenção de rodovias. Este facto é mais evidente quando as rodovias interceptarem meios ambientalmente sensíveis ou vulneráveis.

As características específicas das AEE detectadas em Portugal de evidente interesse científico devem merecer uma investigação aprofundada.

A EXPERIÊNCIA DA CAESB NA PROTEÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NO DISTRITO FEDERAL, BRASIL

Roberto M. M. dos SANTOS

Geólogo, M.Sc, CAESB, Companhia de Saneamento do Distrito Federal, SAIN, Área Especial, ETA-R1, Laboratório Central, CAESB, CEP 70620-000, Brasília, DF, Brasil. Tel. +5561 214-7919, Fax (61) 342-1606, e-mail: robertosantos@caesb.df.gov.br.

Márcio N. BORGES

Eng.º Florestal, CAESB, Companhia de Saneamento do Distrito Federal, SAIN, Área Especial, ETA-R1, Laboratório Central, CAESB, CEP 70620-000, Brasília, DF, Brasil. Tel. +5561 214-7919, Fax (61) 342-1606, e-mail: marcioborges@caesb.df.gov.br.

Marco A. G. de OLIVEIRA

Eng.º Florestal, CAESB, Companhia de Saneamento do Distrito Federal, SAIN, Área Especial, ETA-R1, Laboratório Central, CAESB, CEP 70620-000, Brasília, DF, Brasil. Tel. +5561 214-7919, Fax (61) 342-1606, e-mail: marcooliveira@caesb.df.gov.br.

Milton C. de Araújo Filho

Geógrafo, CAESB, Companhia de Saneamento do Distrito Federal, SAIN, Área Especial, ETA-R1, Laboratório Central, CAESB, CEP 70620-000, Brasília, DF, Brasil. Tel. +5561 214-7919, Fax (61) 342-1606, e-mail: miltonfilho@caesb.df.gov.br.

A Companhia de Saneamento do Distrito Federal, CAESB, opera 24 mananciais superficiais para atender uma população aproximada de 2 milhões de habitantes. A área destas bacias somadas é de 1.130 km², cerca de 20 % da área do Distrito Federal. Destacam-se neste universo os mananciais do Rio Descoberto e Santa Maria/Torto, responsáveis por 85 % da produção atual. Importante citar também a crescente utilização de poços tubulares profundos. Ao final de 2004, a Companhia operava mais de 120 poços, os quais respondiam por cerca de 5 % da produção da Companhia.

A Coordenadoria de Proteção de Recursos Hídricos da CAESB atua na elaboração de estudos, monitoramento e fiscalização das bacias hidrográficas de interesse da Companhia.

As principais ações para preservação ambiental das bacias operadas se fizeram através do ordenamento territorial e da criação de unidades de conservação, destacando-se as Áreas de Proteção de Mananciais (APMs) e Áreas de Proteção Ambiental (APAs). As referidas ações são embasadas, entre outros, nos estudos técnicos elaborados pela Companhia e têm se mostrado bastante úteis no cotidiano de preservação das bacias hidrográficas de seu interesse.

Para a rotina de fiscalização, técnicos da Companhia cumprem roteiros de vistoria previamente elaborados, onde qualquer anomalia ambiental detectada é registrada, dando início ao processo de gestões para a sua correção.

Os trabalhos de fiscalização e proteção de mananciais se fazem muitas vezes em conjunto com outros órgãos, destacando-se parcerias com a SEMARH, IBAMA, SIV-Água (Sistema Integrado de Vigilância, Preservação e Conservação de Mananciais) e com o Ministério Público. Estas parcerias se revestem de grande validade, posto que garantem tanto a otimização dos custos relativos às ações ambientais, como a integração interinstitucional, objetivando a solução de problemas ambientais diversificados.

A preocupação da CAESB com a proteção das bacias hidrográficas de seus mananciais sempre foi uma constante ao longo do tempo. Baseado no princípio de que é melhor preservar a qualidade da água do que investir em tratamentos onerosos, a CAESB implementou importantes ações na área da proteção de seus mananciais.

A atual proposta de um Programa de Conservação e Proteção de Mananciais destinados ao Abastecimento Público tem por objetivo a implementação de ações estruturais e não estruturais, visando a melhoria da qualidade e manutenção da quantidade das águas dos mananciais destinados ao abastecimento público.

Todos os itens propostos, de alguma forma, já são ou foram parcialmente executados pela CAESB através de suas atividades rotineiras. Pretende-se porém, institucionalizar todos estes

trabalhos, incorporando esforços de outras unidades da Companhia e estreitar a parceria com outros órgãos de governo e demais entidades com atuação na área ambiental. Os projetos a serem desenvolvidos envolvem os itens descritos a seguir.

Um fator fundamental para o sucesso de um Programa de Conservação e Proteção de Mananciais destinados ao Abastecimento Público, tal como proposto aqui, é a continuidade de sua execução. Períodos de interrupção, por menor que sejam, podem ser muito prejudiciais, dado os grandes interesses econômicos, desvinculados de questões ambientais, que se enfrentam em áreas sujeitas a expansão urbana. Obviamente, a existência de recursos financeiros destinados à execução destes programas ambientais também é fundamental.

Desta forma, é de extrema importância que um programa desta magnitude esteja apto a superar estas dificuldades. A formalização de um Programa de Conservação e Proteção de Mananciais destinados ao Abastecimento Público nos moldes propostos neste trabalho, com fundos financeiros disponíveis, constitui-se numa forma de garantir a continuidade dos trabalhos de proteção ambiental à longo prazo.

PROPOSTA DE UMA METODOLOGIA PARA A IDENTIFICAÇÃO DE ZONAS HÍDRICAS SENSÍVEIS AOS POLUENTES RODOVIÁRIOS

Teresa E. LEITÃO

*Investigadora Principal do Laboratório Nacional de Engenharia Civil - LNEC, Av. do Brasil, 101 P-1700-066 Lisboa, Portugal, +351 21 844 3802,
tleitao@lnec.pt*

Ana Estela BARBOSA

*Doutorada, Bolseira Pós-Doc no Laboratório Nacional de Engenharia Civil - LNEC, Av. do Brasil, 101 P-1700-066 Lisboa, Portugal, +351 21 844 3442,
aestela@lnec.pt*

Ana TELHADO

*Instituto da Água
Técnica Superior do Instituto da Água – INAG, Av. Almirante Gago Coutinho n.º 30 1049-006 Lisboa, Portugal, +351 21 843 0417,
anatel@inag.pt*

RESUMO ALARGADO

Nesta comunicação propõe-se introduzir a definição de um conceito de zonas hídricas sensíveis aos poluentes rodoviários que define zonas do domínio hídrico interior - subterrâneo e superficial, de transição e costeiro que, pelas suas características físicas e químicas intrínsecas, pelos seus usos e pelos ecossistemas que suportam constituem, separadamente ou cumulativamente, áreas mais sensíveis à poluição gerada pela circulação rodoviária.

As zonas sensíveis são aqui entendidas como áreas a proteger, para onde não se devem fazer descargas directas de águas de escorrência de estradas. Quando não é possível evitar tais descargas, então devem-se implementar sistemas de tratamento adequados, promovendo a diminuição da poluição para níveis aceitáveis antes da descarga, de modo a garantir a protecção sustentável do recurso Água, tal como vem preconizado na Directiva-Quadro da Água.

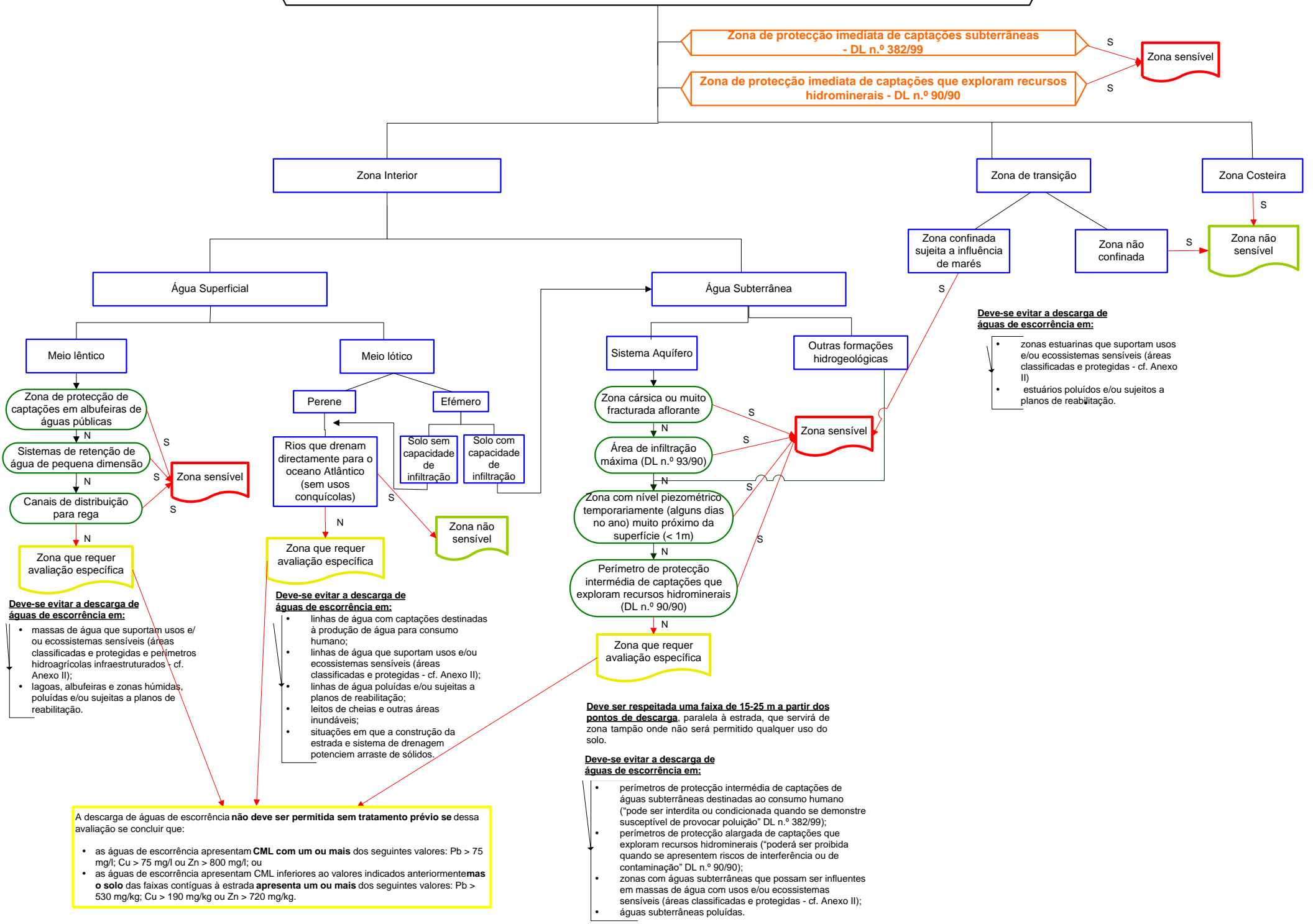
A metodologia desenvolvida para a identificação de zonas hídricas sensíveis aos poluentes rodoviários é apresentada sob a forma de um fluxograma (cf. figura). A proposta apresentada permite diferenciar as áreas onde não se devem efectuar descargas directas de águas de escorrência, os meios onde isso não constitui problema e, ainda, as zonas entre estes dois extremos, que requerem uma avaliação específica através de uma análise casuística. Para este último caso foram estabelecidas características que as águas de escorrência e, os solos na área envolvente devem possuir para que seja permitida a descarga de águas de escorrência.

Esta metodologia constitui uma ferramenta de apoio à avaliação de impactes ambientais das águas de escorrência de estradas no meio hídrico, integrando o solo como interface entre a superfície e as águas subterrâneas.

O trabalho apresentado foi desenvolvido no âmbito de um protocolo de cooperação entre o LNEC e o INAG para elaboração do Estudo "Avaliação e Gestão Ambiental das Águas de Escorrência de Estradas", que decorreu entre 2001 e 2004.

PALAVRAS-CHAVE: poluição de estradas; zonas hídricas sensíveis; protecção dos recursos hídricos.

FLUXOGRAMA PARA DEFINIÇÃO DE ZONAS HÍDRICAS SENSÍVEIS AOS POLUENTES RODOVIÁRIOS



Deve-se evitar a descarga de águas de escorrência em:

- massas de água que suportam usos e/ou ecossistemas sensíveis (áreas classificadas e protegidas e perímetros hidroagrícolas infraestruturados - cf. Anexo II);
- lagoas, albufeiras e zonas húmidas, poluídas e/ou sujeitas a planos de reabilitação.

Deve-se evitar a descarga de águas de escorrência em:

- linhas de água com captações destinadas à produção de água para consumo humano;
- linhas de água que suportam usos e/ou ecossistemas sensíveis (áreas classificadas e protegidas - cf. Anexo II);
- linhas de água poluídas e/ou sujeitas a planos de reabilitação;
- leitos de cheias e outras áreas inundáveis;
- situações em que a construção da estrada e sistema de drenagem potenciem arraste de sólidos.

A descarga de águas de escorrência **não deve ser permitida sem tratamento prévio** se dessa avaliação se concluir que:

- as águas de escorrência apresentam CML com um ou mais dos seguintes valores: Pb > 75 mg/l; Cu > 75 mg/l ou Zn > 800 mg/l; ou
- as águas de escorrência apresentam CML inferiores aos valores indicados anteriormente em temas o solo das faixas contíguas à estrada **apresenta um ou mais** dos seguintes valores: Pb > 530 mg/kg; Cu > 190 mg/kg ou Zn > 720 mg/kg.

Deve ser respeitada uma faixa de 15-25 m a partir dos pontos de descarga, paralela à estrada, que servirá de zona tampão onde não será permitido qualquer uso do solo.

Deve-se evitar a descarga de águas de escorrência em:

- perímetros de protecção intermédia de captações de águas subterrâneas destinadas ao consumo humano ("pode ser interdita ou condicionada quando se demonstrar susceptível de provocar poluição" DL n.º 382/99);
- perímetros de protecção alargada de captações que exploram recursos hidrominerais ("poderá ser proibida quando se apresentarem riscos de interferência ou de contaminação" DL n.º 90/90);
- zonas com águas subterrâneas que possam ser influentes em massas de água com usos e/ou ecossistemas sensíveis (áreas classificadas e protegidas - cf. Anexo II);
- águas subterrâneas poluídas.

PROJETO DE SISTEMAS DE DRENAGEM URBANA. UMA METODOLOGIA COM PARTICIPAÇÃO SOCIAL

WILDE Cardoso Gontijo Júnior

Engenheiro civil e eletricitista (UnB – 1984/2003), especialista em gestão ambiental (UFSCar – 2003), mestrando em Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais (UnB – 2004/5), Especialista em Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas, Brasília, DF, Brasil, wilde@ana.gov.br

RESUMO ALARGADO

A partir da Lei nº 9.433, de janeiro de 1997, a discussão e a implementação de novos conceitos sobre a gestão da água no país tem possibilitado avanços em diversas áreas correlatas, principalmente por ter conseguido incorporar os princípios do desenvolvimento sustentável e pela proposta de participação social nas deliberações sobre o uso e a conservação das águas.

A consideração da bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão e a integração das políticas públicas para o planejamento urbano, para o saneamento e para o manejo ambiental são princípios marcantes dessa lei.

Neste mesmo contexto insere-se a política urbana traçada pelo Estatuto das Cidades, Lei nº 10.257 de outubro de 2001, cuja promulgação fechou um período de grandes e importantes discussões sobre as ações dos planejadores na elaboração das estratégias que visem a contemplar o centro urbano com políticas de desenvolvimento sustentável.

Este novo arranjo jurídico não se encontra, no entanto, integrado com projetos de engenharia desenvolvidos para nossas cidades. Verificamos que, apesar de “tecnicamente” corretos, eles não têm conseguido atender ao crescimento das demandas urbanas por infra-estrutura durante o seu tempo de vida, sendo freqüentemente atropelados pela dinâmica social, além de estarem sujeitos a intervenções cada vez mais onerosas para a continuidade do seu funcionamento.

Há alguns anos, autores como MOTA (1997) e WILKEN (1978) alertavam para a necessidade de que os projetos urbanísticos e os projetos de drenagem urbana devessem integrar políticas únicas de gestão. O ciclo hidrológico deveria ser conservado com a utilização de técnicas de conservação da água e do solo. A ocupação do solo deveria garantir as condições mínimas para a preservação das águas. O saneamento básico deveria incorporar as políticas de resíduos sólidos e as águas pluviais.

Essas preocupações, no entanto, não têm sido capazes de evitar que, ainda nos dias de hoje, poucas mudanças tenham ocorrido na metodologia de elaboração dos projetos de drenagem das águas pluviais das cidades. A elaboração dos arranjos e as premissas básicas de projeto têm sido as mesmas nas últimas décadas, apesar de tímidas ações para a implementação de alternativas que pudessem viabilizar os ideais da Agenda 21, como por exemplo, a proposta de implantação das taxas de permeabilidade e a detenção das águas pluviais protegendo os cursos receptores.

Segundo PORTO (1995) “A metodologia dos estudos hidrológicos de drenagem urbana segue, na maioria dos casos, o procedimento ilustrado” na Figura 1. Nessa figura são apresentadas as interfaces do projeto com três áreas de conhecimento humano. Diz o mesmo autor “os passos da determinação da tormenta de projeto, a determinação da chuva excedente e do hidrograma pertencem ao campo da hidrologia urbana, enquanto que a escolha do período de retorno situa-se no contexto sócio-econômico e o dimensionamento das estruturas do sistema ao campo da hidráulica.”

A aplicação da metodologia convencional para projeto atende à facilidade de elaborar projetos para cidades imaginárias. Como se o desenvolvimento da cidade fosse estático e não houvesse necessidade de participação da sociedade local para o bom funcionamento das estruturas construídas. Opta-se pela comodidade de tratar as questões no campo técnico exclusivo, evitando que o processo de consulta social.

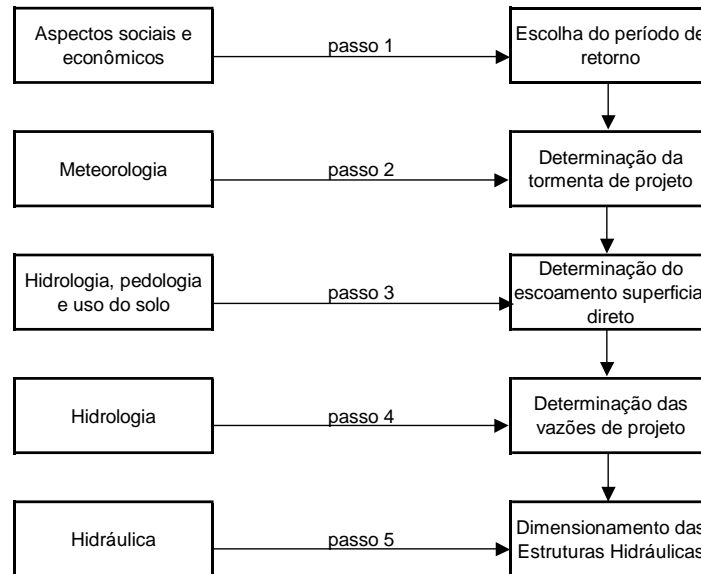


Figura 1 – Metodologia convencional para elaboração de projetos de drenagem urbana

A nova metodologia proposta visa reavaliar os procedimentos convencionalmente adotados abrindo o processo à participação de todos os agentes que possam, de alguma forma, possibilitar que:

a) as demandas sociais e ambientais sejam contempladas desde a concepção inicial do sistema de drenagem urbana, e

b) o dimensionamento das redes e estruturas seja elaborado a partir de definições de uso do solo com o envolvimento da sociedade contribuinte local.

Esta proposta é dividida em 6 Etapas nas quais consideramos os aspectos acima sugeridos e buscamos concentrar as decisões que elas requerem nas áreas temáticas do conhecimento científico ou na inserção da participação social:

- a) **ETAPA 1 - Levantamento e tratamento de dados:** consiste no levantamento completo dos dados mínimos para a elaboração do projeto de drenagem;
- b) **ETAPA 2 - Definição de critérios técnicos - com participação social:** nesta etapa deve ser construído um sistema onde a população local e os órgãos públicos possam discutir e definir de maneira consensual os critérios e posturas para a regulação do uso do solo e, também, o manejo das águas pluviais;
- c) **ETAPA 3 - Elaboração do Projeto do Sistema:** consiste na definição dos parâmetros técnicos para o projeto assim como na construção do arranjo no nível de ante-projeto, possibilitando a identificação das estruturas e a sua orçamentação;
- d) **ETAPA 4 - Definição de ações estruturais - com participação social:** consiste na definição sobre o ante-projeto das ações estruturais necessárias, tendo em vista as premissas adotadas na Etapa 2;
- e) **ETAPA 5 - Detalhamento executivo do Projeto do Sistema:** nesta etapa deverá ser elaborado o detalhamento técnico do projeto visando atender às seguintes demandas executivas mínimas, e

- f) **ETAPA 6 - Sistema de Gestão de águas urbanas:** consiste na implantação do Sistema de Gestão e, se já houver, na adequação das normas de uso e ocupação do solo visando a implantação, operação e manutenção do sistema de drenagem em conformidade com as premissas de projeto pactuadas socialmente.



TEMA 2

RECURSOS HÍDRICOS E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO

PARTICIPAÇÃO, EDUCAÇÃO AMBIENTAL E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Ana C. M. dos SANTOS

Ms. em Educação, Mestrado em Educação e Contemporaneidade, UNEB, Rua Silveira Martins, 2.555, CEP:40150-000, Cabula, Salvador, Bahia, Brasil, aninhamb@yaho.com.br

Nadia H. FIALHO

Dra. em Educação, Mestrado em Educação e Contemporaneidade da UNEB, Rua Silveira Martins, 2.555, Cabula, CEP:40150-000, Salvador, Bahia, Brasil, nadiahfialho@uol.com.br

Jorge L. Z. TARQUI

Dr. Engº Civil, Mestrado em Educação e Contemporaneidade, UNEB, Rua Silveira Martins, 2.555, CEP:40150-000, Cabula, Salvador, Bahia, Brasil, jztarqui@yahoo.com.br

RESUMO

A política de recursos hídricos do Brasil define um modelo de gestão fundamentado na aplicação de instrumentos de gestão de comando e controle, com a proposta de um sistema de gerenciamento de recursos hídricos e com a participação da sociedade civil no processo decisório, no âmbito da bacia hidrográfica. Diante desta política, torna-se necessária uma abordagem educacional que estimule a participação efetiva da comunidade nos processos de tomada de decisões. Neste sentido, o trabalho discute o referencial teórico da Educação ambiental. Apresentado, alguns elementos recorrentes merecem destaque, sendo eles: (i) a EA como processo, significando sua progressiva continuidade; (ii) a EA como apoio da participação popular, subtendendo-se democracia no sentido amplo da palavra e (iii) a EA crítica e consciente dentro do cotidiano em que está inserida. No entanto, para que estes elementos sejam efetivados e disseminados de maneira ampla e coerente com a realidade atual de nosso meio ambiente, em particular, aqui, nos Recursos Hídricos, é preciso que sejam ampliadas as discussões sobre as intervenções em EA. Destacam-se os principais objetivos da EA é conscientizar, não no sentido reduzido, mas sim no sentido crítico, reflexivo e esclarecedor das pessoas a respeito das questões ambientais que as envolvem, com o intuito de formar cidadãos aptos a terem participação nas decisões que abrangem o meio ambiente em que vivem.

Para compreender o processo de Educação Ambiental (EA) na Gestão dos Recursos Hídricos (GRH) é preciso, antes, sabermos o que vem a ser gestão e os quatro pontos característicos de sua essência que são o Planejamento, o Gerenciamento, a Organização e a Administração. Especificamente na Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei 9.433/97, os programas de EA devem ser desenvolvidos no seio dos Comitês de Bacia Hidrográfica, fórum privilegiado de discussões e ações sobre recursos hídricos e questões ambientais de determinada bacia hidrográfica, com base nas situações concretas vividas pelos seus integrantes, de forma a transformar em ações educativas a viabilização da própria participação popular nestes Comitês, que tenha como resultado a negociação social em torno dos usos dos recursos hídricos da bacia. Assim, o próprio processo de inserção da sociedade civil nos Comitês de Bacia Hidrográfica representará o “estímulo e o fortalecimento de uma consciência crítica sobre a problemática ambiental e social” (Lei 9.795/99, art. 5º) que propiciará “a atuação individual e coletiva para a prevenção, a identificação e a solução de problemas ambientais” (art. 3º) e, finalmente, o exercício consciente da cidadania é visto como intimamente associado à defesa da qualidade ambiental (art. 5º). A partir destas constatações, é importante analisar o papel da EA na GRH no que tange as estratégias educacionais para que seja potencializada uma Pedagogia adequada ao tema. E, para tal, deve-se levar em consideração três posições fundamentais para o exercício desta Pedagogia que são: (i) a construção e a vivência de uma democracia participativa; (ii) a busca do conhecimento das demandas e capacidades ou disponibilidades dos recursos hídricos,

particularmente; (iii) a ação concreta sobre a realidade local de cada região, no sentido de resolver problemas transformando o modo de vida de cada comunidade.

Em âmbito educacional, ainda, a EA é apresentada aos currículos brasileiros pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC), em 1997, como um Tema Transversal, ou seja, um conjunto de temas que aparecem transversalizados (para o ensino fundamental) nas áreas definidas, viabilizando a EA em sua essência pedagógica, ou pressupondo um tratamento integrado das áreas e um compromisso das relações interpessoais e sociais escolares com as questões que estão envolvidas nos temas, a fim de que haja uma coerência entre os valores experimentados na vivência que a escola propicia aos alunos e o contato intelectual com tais valores. Essa transversalidade promove uma gama de discussões a respeito da GRH tanto na Educação Intencional quanto Não. Pois que, como já foi mencionado, viabiliza os assuntos a serem tratados no gerenciamento de nosso bem natural finito. É quando a Interdisciplinariedade, outra característica educacional da EA, assume um papel muito importante no campo de ações que procura atingir resultados positivos de comunicação entre os atores do processo. Trabalhar com várias disciplinas e, conseqüentemente agregar vários profissionais no campo ambiental, é abranger a qualidade de expressões nos diversos campos do saber. O importante neste modo de ver a educação, é a humildade e a percepção do trabalho do outro uma vez que estão engajados no mesmo propósito: equilibrar o homem de forma a agir com coerência e respeito no meio ambiente na falta de sua racionalidade.

No entanto, para que todas as questões que foram discutidas até o presente momento sejam articuladas, atendidas, dinamizadas e assimiladas da melhor maneira possível pelas comunidades, governos, Ong's e os próprios educadores, a Pedagogia Libertadora, preconizada no Brasil pelo mestre Paulo Freire, é a mais indicada para tais perspectivas diante do que até aqui foi mostrado uma vez que, esta pedagogia, apregoa a sociabilidade, a liberdade, a conscientização e a uma prática de ensino centrada em discussões de temas sociais e políticos com o intuito de transformar as mesmas, além de dinamizar um processo educacional que entra em embate com o político e o social, o uso e a escassez, o respeito e a falta de cuidado da água como bem econômico. Neste sentido, o papel da EA na GRH é, justamente, oferecer caminhos para o encontro de uma consciência crítica e participativa naqueles que fazem parte da unidade de gestão, uma vez que, organizados na forma de Comitê de Bacia Hidrográfica, irão dialogar sobre o melhor destino de nossos rios. É dessa forma que um processo pedagógico ambiental poderá visualizar o crescimento sadio do meio ambiente, de forma a buscar a harmonia e o equilíbrio do Homem com a Natureza. Assim, ele passará tratá-la com carinho e respeito por tudo o que significa ao nosso Planeta Terra.

PALAVRAS-CHAVE: educação, participação, recursos hídricos.

CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA PARA REÚSO NÃO POTÁVEL – UMA PROPOSTA DE MODELO EM RESIDÊNCIAS NA CIDADE DE ITAJUBÁ – MG.

Prof. Dr. Augusto N. C. VIANA

*UNIFEI - Universidade Federal de Itajubá, IRN - Instituto de Recursos Naturais, Eng.º Hídrica, Av. BPS, Pinheirinho, 37500-903, Itajubá, MG, Brasil,
+553135-3629-1382, Fax: +553135-3629-1265, augusto@unifei.edu.br*

Prof. Dr. Frederico F. MAUAD

*USP – Escola de Engenharia de São Carlos, Depto de Hidráulica e Saneamento, Av. Trabalhador São Carlense, 400, 13560-000, São Carlos, SP, Brasil,
+552116-33738255, mauadffm@sc.usp.br*

Rodrigo J. CERQUEIRA

*UNIFEI - Universidade Federal de Itajubá, IRN - Instituto de Recursos Naturais, Eng.º Hídrica, Av. BPS, Pinheirinho, 37500-903, Itajubá, MG, Brasil,
+553135-3629-1382, Fax: +553135-3629-1265, rodrigoicerqueira@yahoo.com.br*

RESUMO –

Reúso de água é o processo no qual a água, tratada ou não, é reutilizada para o consumo ou outro fim. Esse reúso pode ser direto ou indireto, decorrente de ações planejadas ou não. O Reúso Direto Planejado da Água consiste na utilização interna da água, antes de sua descarga em um sistema geral de tratamento ou outro local de dispersão. Este trabalho tem a finalidade de desenvolver uma proposta de modelo de captação de água de chuva para reúso não potável em residências na cidade de Itajubá-MG. Para isso, a área apresentada para o estudo experimental do modelo está situada em uma residência na PCH Luiz Dias, dentro do Parque de Alternativas Energéticas para o Desenvolvimento Auto-Sustentável, denominado PAEDA. De posse do índice pluviométrico da região de Itajubá juntamente com o levantamento das informações da área usada como modelo apresentou-se uma proposta de captação, armazenamento e distribuição das águas de chuva.

PALAVRAS CHAVE: Reúso de água, captação de águas pluviais, aproveitamento de água de chuva.

AVALIAÇÃO DA INCIDÊNCIA AO RISCO DE INUNDAÇÃO APLICAÇÃO A UM CASO PARTICULAR NO CONCELHO DE LISBOA

Filipa PAIS

Engenheira Biofísica pela UE, Apartado 94 Dep. Eng.ª Rural 7000 Évora, filipapais@portugalmail.pt

Maria Madalena MOREIRA

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

RESUMO

Apresenta-se neste trabalho um estudo, em ambiente SIG, sobre a incidência ao risco de inundação no caso de uma bacia hidrográfica urbana, com aplicação a uma bacia no Concelho de Lisboa.

São estudados vários cenários e propostas de alterações no tipo de revestimento do solo de modo a minimizar os problemas decorrentes de precipitações intensas de curta duração e para diferentes períodos de retorno.

Atendendo aos resultados obtidos, pode afirmar-se que a utilização de um pavimento permeável encontra resultados práticos na redução do escoamento superficial, e conseqüentemente, na redução do caudal de ponta afluente à secção, sendo perceptível uma redução da área inundável para períodos de retorno superiores a 5 anos.

PALAVRAS-CHAVE: risco de inundação, bacia hidrográfica urbana, balanço hidrológico, escoamento superficial, hidrograma.

AVALIAÇÃO DAS CHEIAS EM BACIA URBANA COM DIFERENTES GRAUS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Joaquin I. Bonnacarrère GARCIA

Eng.º Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Campus Universitário – Santa Maria – RS – Brasil - CEP: 97105-900, (55)99849621, jgarcia@mail.ufsm.br

Eloiza Maria Cauduro Dias de PAIVA

Professora Doutora, Universidade Federal de Santa Maria, Campus Universitário – Santa Maria – RS – Brasil - CEP: 97105-900, (55)220-8483, eloiza@ct.ufsm.br

O processo de urbanização causa preocupação devido à falta de planejamento nas cidades de países em desenvolvimento, onde o crescimento ocorre de maneira desordenada e sem um estudo planejado de sua infra-estrutura. A falta de planejamento na ocupação das áreas urbanas têm-se causado alterações significativas nas taxas de impermeabilização das bacias, ocasionando transtornos e prejuízos em razão do aumento significativo das inundações, devido o aumento das vazões máximas e a redução no tempo de concentração e do volume escoado. O volume que escoava lentamente no solo e ficava retido pela vegetação e em depressões, passa a escoar em canais, exigindo maior capacidade de escoamento das seções.

Este trabalho tem o objetivo de avaliar o impacto que o processo de urbanização causa nos eventos de cheia em uma bacia urbana. No estudo foi analisada a bacia hidrográfica do Arroio Cancela, com área de 4,95 km², com monitoramento hidrológico, na cidade de Santa Maria, RS, Brasil. O monitoramento consiste em duas estações, uma fluviográfica e a outra pluviográfica. Para análise do uso do solo foi adquirida, em maio de 2004, uma imagem do satélite Ikonos com resolução de 1 metro. O modelo SWMM foi utilizado nas simulações, sendo a área subdividida em 18 sub-bacias e 23 trechos utilizando módulo hidrodinâmico para a propagação no rio, de forma a obter discretização adequada ao grau de crescimento populacional previsto. Para a situação atual da bacia o modelo SWMM foi calibrado para os eventos de cheia monitorados, entre dezembro de 2003 e outubro de 2004, obtendo um coeficiente de correlação médio de 0,96.

Para avaliar o comportamento da bacia, em condições diversas de urbanização, foram avaliados três cenários. Estes foram determinados com base nos dados obtidos do zoneamento especificados no Plano Diretor Urbano de Santa Maria (1980), no Projeto de Lei do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental (PDDUA) e nos valores de taxas de impermeabilização obtidos para uma área real da bacia, sendo denominados cenários 1, 2 e 3, respectivamente. Os valores das porcentagens de áreas impermeáveis, para o cenário atual e os cenários futuros podem ser visualizados no quadro 1.

Quadro 1 – Valores das porcentagens de área impermeáveis para a bacia nos diferentes cenários futuros de expansão urbana

Cenário Atual	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
34,62%	53,12%	46,74%	71,23%

A simulação dos cenários futuros apresenta grande importância para o entendimento da influência do processo de urbanização no sistema de drenagem. Para a análise das condições diversas de urbanização quatro eventos foram selecionados, 15/12/2003, 13/03/2004, 10/06/2004 e 09/11/2004, os quais forneceram dados importantes para o entendimento da dinâmica das cheias no local do estudo.

Os cenários 1, 2 e 3 apresentaram aumento na vazão de pico e no volume escoado de 31,8% e 31,9%, 20,8% e 21,4%, 60% e 59%, respectivamente. Os aumentos, na vazão de pico e no volume

escoado, verificados nos cenários mostram a necessidade de legislações rígidas e bem elaboradas que conduzam a urbanização a um crescimento sustentável.

Os cenários 1 e 2 mostram que a redução da ocupação da bacia, determinados pelo zoneamento, conduzem a uma diminuição da vazão de pico e do volume escoado. A redução do cenário 1 para o cenário 2 foi, aproximadamente, 10% na vazão e no volume.

O cenário 3 foi simulado com base no índice de impermeabilização existente, em uma área da bacia, apresentando um aumento de, aproximadamente, 60% na vazão de pico e no volume escoado. Este aumento significativo alerta sobre os problemas provocados pela urbanização desordenada nos sistemas de drenagem.

A simulação dos cenários futuros apresenta grande importância para o entendimento da influência do processo de urbanização no sistema de drenagem. Os aumentos, na vazão de pico e no volume escoado, verificados nos cenários mostram a necessidade de legislações rígidas e bem elaboradas que conduzam a urbanização a um crescimento sustentável, pois os planos diretores atuais preocupam-se em estabelecer índices de ocupação não restringindo a impermeabilização total dos lotes.

Os modelos hidrológicos e hidráulicos servem como ferramenta indispensável para o gerenciamento e planejamento da drenagem pluvial no ambiente urbano, possibilitando a verificação e antecipação dos impactos produzidos pela urbanização.

PALAVRAS-CHAVE – Drenagem urbana, expansão urbana, inundações, modelagem.

O ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM PORTUGAL E O PROBLEMA DAS ÁGUAS RESIDUAIS – UM OLHAR PELAS ESTATÍSTICAS.

Jorge Filipe Baptista DUARTE

Estudante, Fac. Letras Univ. Coimbra – jfilgeo@sapo.pt

Lucrecia MACUÁCUÁ

Estudante, Fac. Letras Univ. Coimbra –

Maria Fátima Vendeirinho NEVES

Estudante, Fac. Letras Univ. Coimbra

RESUMO

Na actualidade a problemática da água encerra problemas que se relacionam com a sua desigual distribuição no Globo, acrescentando a esta realidade o facto de apenas uma ínfima parte da água que existe na hidrosfera estar acessível ao Ser Humano.

As necessidades de consumo têm aumentado nos vários países dependendo do seu grau de desenvolvimento mas, o “stress de água doce” será uma realidade a que não nos podemos alhear.

Nesta Comunicação pretende-se de uma forma integrada e concisa demonstrar, em três partes, a problemática da água:

- As desigualdades no acesso à água – apesar de muito abundante apenas uma pequena parte de água pode ser, efectivamente, utilizada pelos seres humanos e nem todos têm o mesmo acesso, isto é, alguns têm carência deste recurso ou pela degradação da sua qualidade ou pela sua inexistência.
- O abastecimento domiciliário de água em Portugal revela assimetrias que urge corrigir, isto é, áreas que devido a factores que analisaremos, possuem melhores índices de abastecimento que outros.
- A rede de abastecimento público e de tratamento de águas é ainda deficiente, causando problemas à qualidade das águas superficiais, apesar de melhorias significativas que se têm registado nos últimos tempos.

PALAVRAS-CHAVE: água, abastecimento de água, águas residuais, ETAR's, poluição

O USO DA BACIA HIDROGRÁFICA COMO INSTRUMENTO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL, JUNDIAÍ-SP, BRASIL

Lucia Helena ROMITELLI

Zootecnista, Centro Paula Souza, Av. Nove de Julho, 3730, Jundiaí-SP, Brasil, (+55) 11-4522-0825, luromit@uol.com.br

José Euclides Stipp PATERNIANI

Eng.º Civil, UNICAMP/Feagri, Cidade Universitária Zeferino Vaz, Cx. Postal 6011 Campinas-SP, Brasil, (+55) 19-3788-1019, pater@agr.unicamp.br

Rogério STACCIARINI

Eng.º Civil, Centro Paula Souza, Av. Antonio Pincinato, 4355, Jundiaí-SP, Brasil, (+55) 11-9899-6157, rogeriostacciarini@hotmail.com

RESUMO

No Brasil, o setor de gestão de Recursos Hídricos tem tido inúmeros avanços desde o ano de 1991, com a publicação da Política de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (Lei N.º 7.663/91), tendo essa legislação impulsionado a elaboração da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei das Águas – 9433/97). Por outro lado, a Política Nacional de Educação Ambiental – EA (Lei N.º 9.795/99) estabelece que “a prática educativa das questões ambientais deve ser integrada, contínua e permanente em todos os níveis e modalidades do ensino formal”, dando suporte às vias de difusão e discussões acerca da questão dos recursos hídricos. O projeto é desenvolvido na Escola Técnica Estadual Benedito Storani – Centro Paula Souza, em parceria com o CTH/USP, projeto FAPESP N.º 2000/11738-0, e discutido no desenvolvimento da dissertação de mestrado do referido autor junto à Feagri/UNICAMP. Os resultados representam a experiência de visitas monitoradas em um percurso real, estruturado na Bacia Hidrográfica do Córrego Bonifácio, com área de 3 Km², e importante afluente do Rio Jundiaí, pertencente aos Comitês de Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí – CBH-PCJ. As conclusões remetem à real função de programas de EA, resultando para esta Escola Técnica na criação do pioneiro Curso Técnico em Recursos Hídricos, desenvolvido em três módulos que atendem a qualificações específicas. Os ganhos representados por meio da execução deste projeto, além de atenderem a demandas do ensino não formal, respondem a uma necessidade vital da formação técnica de recursos humanos em Recursos Hídricos.

PALAVRAS-CHAVE: Educação Ambiental, Recursos Hídricos, Bacia Hidrográfica, Políticas Públicas.

CONCILIAÇÃO DE CONFLITO DENTRO DA POLÍTICA BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS – O CASO DO SISTEMA CANTAREIRA

Luiz Roberto MORETTI

Engenheiro civil (Poli/USP-1981), mestre em irrigação e drenagem (ESALQ/USP – 1993), doutor em hidráulica (Poli/USP-2001), Diretor da Bacia do Médio Tietê do DAEE, Secretário-executivo dos Comitês PCJ (2003-2004), Piracicaba-SP, Brasil, lmoretti@sp.gov.br

WILDE Cardoso Gontijo Júnior

Engenheiro civil e eletricitista (UnB – 1984/2003), especialista em gestão ambiental (UFSCar – 2003), mestrando em Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais (UnB – 2004/5), Especialista em Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas, Brasília, DF, Brasil, wilde@ana.gov.br

RESUMO ALARGADO

Os atos públicos realizados para o atendimento de necessidades sociais pelo uso das águas não podem gerar ou perdurar conflitos desconsiderando o processo de tomada de decisão e a necessária pactuação de metas e responsabilidades das partes afetadas no processo.

Este não foi o caso da outorga do direito de uso do Sistema Cantareira, responsável pelo atendimento de cerca de 9 milhões de pessoas na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), praticado durante o período do regime militar no Brasil, em outro âmbito político e legal com relação à gestão das águas no país. A emissão da outorga do Sistema Cantareira naquele momento permitiu o enraizamento de um conflito pelo uso da água entre duas bacias hidrográficas potencializado nas últimas três décadas pelo aumento da demanda tanto na RMSP quanto na bacia do rio Piracicaba.

Somente um novo ato legal, no entanto, poderia vir a promover a revisão desse procedimento e buscar, então, mitigar os conflitos existentes. Este foi o grande desafio do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos sob a vigência do novo modelo jurídico instalado a partir da lei nº 9.433, de 1997: mostrar que os novos princípios da legislação brasileira, descentralizando e tornando participativo o processo deliberativo, pudesse resolver o conflito pelas águas do Cantareira e permitir o monitoramento do seu uso evitando que o mesmo pudesse recrescer.

O Sistema Cantareira atende ao abastecimento de cerca de 9 milhões de pessoas na cidade de São Paulo. Foi concluído em 1982 e vem operando a transposição de 31 m³/s da bacia do rio Piracicaba para a RMSP. A figura seguinte ilustra o Sistema.



Figura 1 – Perfil do Sistema Cantareira.

A outorga do Sistema Cantareira, inicialmente foi concedida pelo Ministério de Estado das Minas e Energia - MME, por meio da Portaria nº 750, de 05 de agosto de 1974, assinada pelo então Ministro Shigeaki Ueki, publicada em 08 de agosto de 1974, com validade por 30 anos. O Sistema Cantareira é composto por reservatórios localizados em rios de domínio da União e do Estado de São Paulo e a bacia hidrográfica de contribuição para esses reservatórios também abrange rios de domínio do Estado

de Minas Gerais. Desta forma, verifica-se que a renovação da outorga do Sistema Cantareira, cuja vigência findaria no dia 08 de agosto de 2004, exigiu grande esforço técnico e institucional, tendo em vista o equacionamento das questões que envolviam a necessidade do abastecimento de cerca de 9 milhões de habitantes na RMSP e de mais de 4 milhões na bacia do rio Piracicaba.

Desde a implantação do Sistema Cantareira os operadores dos sistemas de abastecimento de água nas Bacias PCJ reclamam que a diminuição da quantidade de água vem causando sérios problemas para a captação da água bruta, tanto no aspecto quantitativo quanto no qualitativo.

A ANA é a entidade pública federal com a função de implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos definida pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Dentre as suas atribuições legais estabelecidas no Art. 4º da lei nº 9984, de julho de 2000, está o outorgar, por intermédio de autorização, o direito de uso de recursos hídricos em corpos de água de domínio da União.

O DAEE é a entidade pública do Estado de São Paulo com a função de emitir a outorga de direito de uso de recursos hídricos em corpos de água de domínio paulista. Para o caso Cantareira caberia ao DAEE a emissão da outorga de direito de uso das águas dos rios estaduais (Atibainha, Jacaré, Cachoeira e Juqueri), afluentes ao Sistema.

Cabe aos Comitês PCJ, ainda, em conformidade com a lei nº 9.433/97, promover o debate das questões relacionadas a recursos hídricos e articular a atuação das entidades intervenientes além de arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos relacionados aos recursos hídricos.

No âmbito dos Comitês das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (Comitês PCJ) foi criado pela Deliberação Conjunta do Comitês PCJ nº 006/03, de 10/12/2003, o "Grupo de Trabalho sobre a renovação da outorga de direito de uso dos recursos hídricos do Sistema Cantareira", denominado GT-Cantareira, com a atribuição de promover discussões sobre as questões específicas da renovação da outorga do Sistema Cantareira envolvendo, principalmente, as Câmaras Técnicas dos Comitês PCJ, destacando-se a necessária integração com os trabalhos de elaboração do Plano das Bacias PCJ 2004-2007.

Foram realizadas 11 reuniões, incluindo uma apresentação e discussão pública do relatório elaborado realizada na cidade de Campinas, em 5 de maio de 2004.

Em Reunião Ordinária Conjunta dos Comitês PCJ, realizada em 01/06/2004, em Valinhos, foi aprovada a Deliberação Conjunta 007/2004 com os seguintes anexos: Anexo I: Relatório Técnico do GT-Cantareira; Anexo II: Condicionantes para a outorga, medidas compensatórias e acordo regional com a SABESP, e Anexo III: relação dos participantes nas reuniões e na Apresentação Pública.

Entre as condicionantes para a outorga, aprovadas pelos Comitês PCJ estão: o prazo de vigência de 10 anos; o estabelecimento de vazões mínimas para as Bacias PCJ de 4 a 7 metros cúbicos por segundo e a máxima para a Região Metropolitana de São Paulo de 31 metros cúbicos por segundo, decrescendo até 2014; a instituição do "banco de águas" e a implantação de rede de monitoramento quali-quantitativa.

Os Comitês PCJ definiram que os itens relativos à recuperação e conservação ambiental que não fossem considerados para efeito de atendimento à legislação referente à outorga de direito de uso em questão, fariam parte de uma negociação e acordo, no âmbito dos Comitês PCJ, devendo, posteriormente, ser consolidados em um Termo de Compromisso.

Entre as medidas, podem ser destacadas como conquistas importantes na nova outorga, a garantia de vazões mínimas para as Bacias PCJ; o compartilhamento da operação do Sistema Cantareira; a instalação de um "banco de águas" (reserva de água nas épocas de cheia para uso nos períodos de estiagem), constituído nos próprios reservatórios do Sistema Cantareira; o compromisso de que a SABESP realize o tratamento de esgotos nos municípios em que opera nas Bacias PCJ; o controle das perdas nas redes de distribuição e a implementação de ações que aumentem a recarga dos lençóis freáticos. A SABESP deverá, também, realizar estudos e projetos que visem à diminuição da sua dependência em relação ao Sistema Cantareira.

A outorga do Sistema Cantareira foi renovada pela Portaria DAEE 1213, de 06/08/2004.

BASE FÍSICO-TERRITORIAL PARA GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS

Marcio CORRÊA RIBEIRO

Engº Civil, Departamento de Águas e Energia Elétrica, R. Boa Vista, 170 / 11º andar – Centro/ São Paulo, SP – Brasil, Cep – 01014 – 000,
mc ribeiro@sp.gov.br

RESUMO

O Estado de São Paulo foi o primeiro, no Brasil, a criar uma Lei específica para Recursos Hídricos, instituindo em 1.991 a sua Política Estadual de Recursos Hídricos. A política nacional de recursos hídricos só viria a ser implantada em 1.997, em grande parte baseada nos princípios estabelecidos pela lei paulista.

Um dos pontos básicos desta Lei é a instituição da bacia hidrográfica como unidade de planejamento, base para todos os estudos e projetos de recursos hídricos, assim como para a implantação do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Este trabalho apresenta os estudos que foram realizados para estabelecer uma base física para o planejamento de recursos hídricos no Estado de São Paulo, os critérios estudados para a definição das unidades de gerenciamento, os conflitos encontrados e as suas soluções.

As unidades de gerenciamento estabelecidas formam, também, a base para a implantação dos Comitês de Bacia Hidrográfica, que são a instância responsável pela aplicação da Política Estadual dentro do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

PALAVRAS CHAVES: Recursos Hídricos, Gerenciamento, Base Física, Área, Bacias

CONFLITOS PELO USO DA ÁGUA NO ESTADO DO CEARÁ: O ESTUDO DE CASO DO VALE DO RIO CARÁS

Maria INÊS Teixeira Pinheiro

Eng.ª Civil, Gerente de Monitoramento/Desenvolvimento Institucional da Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará, SRH, Av. General Afonso A. Lima, S/N Centro Administrativo – Cambéba, Edifício SEDUC – Bloco C – 1ª Andar, Fortaleza, Ceará, Brasil, 60.819-900, (85) 3488.8555, ines@srh.ce.gov.br

José NILSON B. Campos

Eng.º Civil, Professores do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, UFC, Campus do Pici, Centro de Tecnologia, Bl. 713, Fortaleza, Ceará, Brasil, 60.451-970, (85)3288.9623, nilson@ufc.br

TICIANA M. de Carvalho Studart

Eng.ª Civil, Professores do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, UFC, Campus do Pici, Centro de Tecnologia, Bl. 713, Fortaleza, Ceará, Brasil, 60.451-970, (85)3288.9623, ticianam@ufc.br

ARNALDO Pinheiro Silva

Eng.º Civil, Professor da Gerência da Construção Civil do Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará, CEFET, Av. 13 de maio 2081, Benfica, Fortaleza, Ceará, Brasil, 60.040-531, (85) 3288.3666, (85) 3278.6556, amaldo@fortalnet.com.br

RESUMO

A água, ao longo da história da Humanidade, sempre foi motivo de disputa. A sua escassez, acentuada nos últimos anos, leva a uma série de preocupações, no que se refere ao aumento dos conflitos entre seus usos e usuários.

No Ceará a situação não é diferente - com o agravante de apresentar condições climáticas e hidrológicas próprias de climas semi-áridos - e podem ser identificados inúmeros conflitos relacionados à água. O presente trabalho enfoca apenas um dentre os vários conflitos pela água identificados pelos autores – o do Vale do Rio Carás, situado na Região Hidrográfica do Salgado, na porção sul do Estado.

O vale em questão é perenizado pelos açudes Thomaz Osterne de Alencar e Manuel Balbino. No processo de ocupação do vale pelo homem, foi construído um grande número de pequenos barramentos, ao longo do rio principal e de seus tributários, a montante e a jusante dos reservatórios citados, os quais se destinam, entre outros usos, à irrigação de grandes áreas para o plantio de capim, com o método de inundação.

Os esforços voltados para o disciplinamento do uso da água no vale tiveram início em setembro de 1995, com solicitação de providências no controle de utilização das águas do Açude Thomaz Osterne de Alencar, enviada a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos - COGERH (órgão gestor de águas do Estado) pela Associação Comercial do Crato. No documento é denunciada a “abertura exagerada das comportas, desperdiçando a pouca água acumulada nos últimos tempos”. Por outro lado, os usuários situados mais a jusante do vale, reclamam da pouca vazão que recebem, devido aos barramentos construídos ao longo dos rios, mostrado na Figura 1.

O presente trabalho tem como objetivo a descrição do histórico do conflito, dos atores envolvidos, do processo de negociação, capitaneado pela Secretaria dos Recursos Hídricos – SRH e COGERH da situação atual encontrada no Vale dos Carás.

PALAVRAS – CHAVE: negociação, conflitos, Salgado, Ceará.

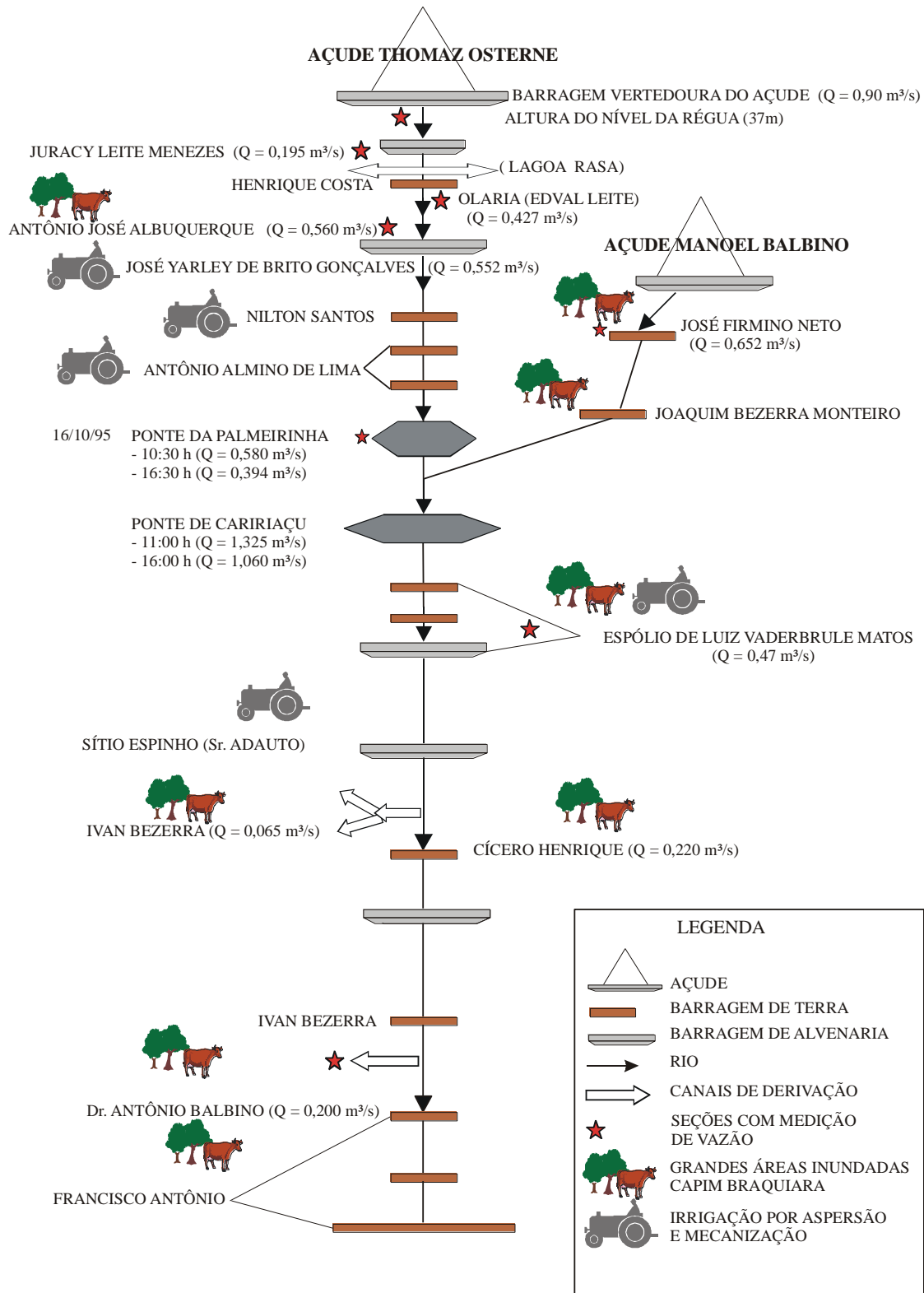


Figura 1 – Infográfico do Vale do Rio Carás

Fonte: COGERH

SUSTENTABILIDADE HÍDRICA NO CONCELHO DE SANTA CATARINA, ILHA DE SANTIAGO, CABO VERDE

Marize GOMINHIO

*Eng.ª em Gestão dos Recursos Hídricos, Tel.: (238)2611900 – mariseg@ingrh.gov.cv
Instituto Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos
Cabo Verde*

RESUMO

A república de Cabo Verde é uma nação insular, situada a 500km da costa ocidental da África. Composta por 10 ilhas de origem vulcânicas, pertencentes a zona climática saheliana árida, onde a precipitação anual é muito limitada e a estação das chuvas vai de Agosto a Outubro.

A área de estudo é o concelho de Santa Catarina situada na parte oeste da ilha de Santiago (maior ilha da nação). A população é estimada em 49.829 habitantes, enquanto que a cidade de Assomada possui cerca de 7.067 habitantes de acordo com o censo 2000.

O objectivo do estudo é avaliar as condições básicas da gestão dos recursos hídricos no concelho do Santa Catarina, analisando a demanda, os recursos disponíveis em água e possíveis soluções na área de estudo.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão dos Recursos Hídricos, Abastecimento de água, Desenvolvimento Sustentável, Sustentabilidade Hídrica.

SIMULAÇÃO MATEMÁTICA DA QUALIDADE DA ÁGUA NA GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS ALBUFEIRA DE CASTELO DE BODE IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO CE-QUAL-W2

Pedro S. COELHO

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

Paulo A. DIOGO

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

Manuel C. ALMEIDA

Bolseiro, DCEA, FCT/UNL, Almada, +351212948300, mcva@fct.unl.pt

Nelson S. MATEUS,

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

Felisbina, QUADRADO

Chefe Divisão, DSC-DSUDH/INAG, Lisboa, +351218430426, binag@inag.pt

RESUMO

Os modelos matemáticos de simulação da qualidade da água são cada vez mais utilizados como ferramentas essenciais na gestão dos recursos hídricos, permitindo não só simular o efeito de medidas alternativas, que visem a eliminação progressiva da poluição das águas, como também sensibilizar, particularmente audiências menos familiarizadas com a problemática da qualidade da água, para a necessidade de implementação de medidas que, frequentemente, são financeiramente bastante onerosas.

Neste contexto, e no âmbito da implementação do Plano de Ordenamento da Albufeira de Castelo do Bode (POACB), tem vindo a ser utilizado um modelo bidimensional de simulação matemática da qualidade da água, o CE-QUAL-W2. O trabalho desenvolvido teve como objectivo principal simular os efeitos na qualidade da água resultantes da implementação de diversas medidas preconizadas no referido Plano, no sentido de avaliar e demonstrar, nomeadamente aos decisores envolvidos no processo, a importância que estas têm para atingir os objectivos preconizados.

Após o processo de calibração do modelo, assente em dados relativos aos anos de 2002 e de 2003, e em que se verificou que o mesmo descreve adequadamente as variações espaciais e temporais da qualidade da água na albufeira de Castelo do Bode, procedeu-se à simulação de cenários de redução de cargas poluentes, de acordo com as medidas preconizadas no POACB e também no Plano de Bacia Hidrográfica do rio Tejo (PBH do rio Tejo). Refira-se que a albufeira em estudo, e de acordo com os dados de qualidade da água disponíveis, tem vindo nos últimos anos a apresentar uma tendência de eutrofização, tendo-se registado valores de clorofila-*a* e de fósforo total que justificam a classificação da albufeira como mesotrófica.

Com base em estimativas de carga afluente com origem na área de intervenção do POACB, e considerando os dados de qualidade da água disponíveis para os principais afluentes à albufeira, foram analisadas as alterações na qualidade da água resultantes das reduções previstas de carga afluente (CBO₅, nitratos e nitritos, coliformes totais e fosfatos), de acordo com as medidas preconizadas nos Planos anteriormente referidos.

PALAVRAS CHAVE: utilização sustentável, bacia hidrográfica, simulação matemática da qualidade da água, albufeira de Castelo de Bode.

APLICAÇÃO DE UM MODELO DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS AO DESENVOLVIMENTO DOS REGADIOS DA REGIÃO DO ALGARVE

Pedro TEIGA

Bolseiro de Investigação, FEUP, Rua Dr. Roberto Frias, s/n 4200-465 Porto, Portugal, +351 22 508 1900, pteiga@fe.up.pt

Cristina SILVA

Bolseiro de Investigação, FEUP, Rua Dr. Roberto Frias, s/n 4200-465 Porto, Portugal, +351 22 508 1957, cmsilva@fe.up.pt

Ricardo FARIA

Bolseiro de Investigação, FEUP, Rua Dr. Roberto Frias, s/n 4200-465 Porto, Portugal, +351 22 508 1957, rcfaria@fe.up.pt

Rodrigo MAIA

Professor Associado, FEUP, Rua Dr. Roberto Frias, s/n 4200-465 Porto, Portugal, +351 22 508 1916, rmaia@fe.up.pt

RESUMO

Com base numa gestão integrada dos recursos hídricos e considerando aspectos técnicos, ambientais, económicos, sociais e institucionais, encontra-se em desenvolvimento uma ferramenta de apoio à decisão, no âmbito de um Projecto financiado pela UE (União Europeia). A Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Algarve devido às potenciais situações de escassez hídrica que apresenta durante os períodos secos, pela degradação ambiental associada e consequentes problemas sociais, foi seleccionada como caso de estudo.

Inicialmente, será descrito o modelo desenvolvido bem como as técnicas e as metodologias utilizadas, sendo para tal efectuada uma breve caracterização da região em estudo, nomeadamente dos recursos hídricos existentes (superficiais e subterrâneos), das infra-estruturas hidráulicas e dos vários usos por sectores, enfatizando a agricultura.

Os resultados de algumas das simulações efectuadas serão apresentados de modo a possibilitar uma análise quantitativa e económica, para diferentes cenários hidrológicos, e avaliar o impacte criado na Bacia Hidrográfica por alterações na procura agrícola, para o que se tiveram em conta dois diferentes cenários de desenvolvimento agrícola: (i) um, adoptando um crescimento moderado das áreas de regadio, em conformidade com o previsto no Plano de Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Algarve (PBHRA); (ii) outro, considerando uma relativa estagnação das áreas de regadio, ainda que admitindo a implementação dos novos regadios públicos previstos até 2006. Para a combinação dos cenários acima descritos, será ainda considerada uma opção estratégica que corresponde à melhoria dos métodos de rega.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão dos recursos hídricos, Modelo de apoio à decisão, Cenários hidrológicos e de procura, Região do Algarve, Regadios.

TIPOLOGIA DE ACESSO À ÁGUA NO SEMI-ÁRIDO DO NORDESTE DO BRASIL

ESTUDO DE CASO DA BACIA DO RIO CURU

Renata M. LUNA

Doutoranda Eng. Civil- Recursos Hídricos – Depto de Eng. Hidráulica e Ambiental- Universidade Federal do Ceará - Campus do Pici- Bloco 713 - Fortaleza-CE-Brasil – tel.(+55) 32889770, renataluna@secrel.com.br;

José N. B. CAMPOS

PhD Eng. Civil - Recursos Hídricos – Depto de Eng. Hidráulica e Ambiental- Universidade Federal do Ceará - Campus do Pici- Bloco 713 - Fortaleza-CE-Brasil – tel.(+55) 32889770, nilson@fortalnet.com.br;

Ticiania M. de C. STUDART

Doutora Eng. Civil- Recursos Hídricos – Depto de Eng. Hidráulica e Ambiental- Universidade Federal do Ceará - Campus do Pici- Bloco 713 - Fortaleza-CE-Brasil – tel.(+55) 32889769, tstudart@fortalnet.com.br.

RESUMO

A falhas ocorridas no gerenciamento dos recursos hídricos de maneira a equilibrar o processo oferta x demanda tem muitas vezes significado a escassez de água em quantidade e qualidade suficientes para o abastecimento das populações, tendo este fato acarretado a perda de capital humano, ou seja a perda econômica e social, devido ao tempo despendido pelas pessoas, em geral mulheres e crianças, na busca e na captação de água para sua sobrevivência e de suas famílias.

A dificuldade de acesso à água de boa qualidade é, em muitos locais, um fator limitante na capacidade de capitalização das famílias, visto o tempo despendido para sua captação e a perda do capital humano em sua busca. A inexistência de indicadores que mostrem como se dá esse processo de acesso, dificulta que administrações locais e regionais implementem políticas que respondam prontamente às necessidades locais.

O presente trabalho tem por objetivo identificar e analisar as tipologias de acesso à água em uma bacia hidrográfica piloto, a bacia do rio Curu, no estado do Ceará, estado este inserido no nordeste brasileiro, uma região semi-árida, onde as adversidade das secas dificultam o acesso de todos à água.

O trabalho consiste em um diagnóstico identificando e quantificando a maneira como os diversos municípios integrantes da bacia têm acesso à água. A obtenção dos dados é feita através de pesquisa de campo junto às comunidades e aos órgãos competentes sobre como é realizada a captação de água para consumo humano. Apresenta-se uma tipologia do acesso, a arranjos tais como de redes de distribuição; chafarizes; olhos d'água; nascentes; cisternas; carros-pipa; cacimbas ou poços. Por meio deste trabalho busca-se auxiliar os tomadores de decisão no planejamento e implementação das políticas públicas de infra-estrutura no que diz respeito aos recursos hídricos.

PALAVRAS-CHAVE: Pobreza, água, acesso, tipologia, Ceará



TEMA 3

ÁGUA E AGRICULTURA

AS OBRAS DE ENGENHARIA RURAL E OS SEUS IMPACTOS NOS RECURSOS HÍDRICOS EM CABO VERDE

Ângela MORENO ; Luis S. PEREIRA

*Engª Agr. e Mestre em Hidráulica e Recursos Hídricos, INERF / MAAP, Cidade da Praia, Cabo Verde
Professor, ISA / DER, UTL, Lisboa, Portugal*

RESUMO

Desde a independência que Cabo Verde tem vindo a combater a escassez de água e a desertificação em particular recorrendo às mais diversas técnicas para minimizar tais problemas. A escassez hídrica continua sendo uma das grandes preocupações do cabo-verdiano pois constitui o principal obstáculo para a sustentabilidade do sector agrícola. Hoje, mais do que nunca, Cabo Verde tem a certeza de que o desenvolvimento do sector agrícola é imprescindível uma vez que lhe permite uma maior independência do exterior assim como uma melhoria significativa da qualidade de vida rural. Muitas obras de Engenharia Rural tem sido implementadas a nível de todas as ilhas, nas mais diversas situações topográficas e geológicas, cobrindo uma área nacional significativa. Essas obras são realizadas com recurso a métodos vegetativos e estruturais de conservação do solo e da água. Diversas estruturas, tais como furos, poços e galerias, reservatórios, espelhos de captação, diques de correcção e açudes, continuam a ser implementadas.

O impacto das obras de engenharia rural no aumento dos recursos hídricos é positivo, particularmente na recarga dos aquíferos e na melhoria das actividades agrícolas. Contudo, a exploração intensiva dos poços e furos e a irregularidade das precipitações anuais, o insuficiente aproveitamento dos escoamentos superficiais e a forma tradicional de rega, têm limitado os impactos dessas obras no aumento dos recursos hídricos exploráveis. Muitas áreas regadas antigamente por alagamento têm reduzido significativamente, embora em algumas áreas se note a substituição da rega tradicional pela rega gota-a-gota, com aumento da produção agrícola.

A grande política do Estado cabo-verdiano tem sido a luta contra a desertificação e a conservação do solo e da água. Porém, é difícil explicar que após trinta anos de implementação de políticas e práticas de conservação do solo e água, Cabo Verde continua a sofrer o abandono de áreas agrícolas, a ver crescer o êxodo rural e a pobreza, particularmente em algumas localidades anteriormente conhecidas como zonas agrícolas. Tem-se lutado contra a desertificação física mas não contra a desertificação induzida pelo homem. A necessidade urgente de grandes intervenções na área de engenharia rural em Cabo Verde, visando melhorar a vida rural e tornar a agricultura de regadio sustentável, é demonstrada pelos impactos das obras de engenharia rural em conservação do solo e da água. Tais aspectos são apresentados nesta comunicação, com particular realce para os seus impactos no aumento da disponibilidade dos recursos hídricos com aplicação às condições locais.

PALAVRAS-CHAVE: Carência de água, conservação do solo e da água, desertificação, uso da terra e da água.

DEFINIÇÕES METODOLÓGICAS EM UMA PESQUISA INTERINSTITUCIONAL SOBRE O USO E CONSERVAÇÃO DA ÁGUA NA AGRICULTURA

Clélia N. CÔRTEZ; Elias L. GUIMARÃES

*Doutorado em Educação, Mestrado em Família na Sociedade Contemporânea, Pontifício Instituto João Paulo II para Estudos sobre Matrimônio e Família,
Rua Ilhéus 205 - Rio Vermelho, Salvador, Bahia, Brasil, cleliac@ufba.br e eliaslg@superia.com.br*

Jorge L. Z. TARQUI

Dr. Engº Civil, Docente da UCSal, Av. Pinto Aguiar s/n, Campus Pítuaçu, Salvador, Bahia, Brasil, jlztarqui@yahoo.com.br

RESUMO

A presente pesquisa visa estudar como vêm se dando os diálogos de saberes e práticas entre famílias, organizações socioculturais e órgãos governamentais responsáveis pela implementação das políticas públicas voltadas para uso e conservação da água na bacia do rio Itapicuru, um estudo a partir de uma perspectiva qualitativa que não exclui os dados quantitativos. Essa pesquisa se insere em um projeto mais amplo, articulado entre a UCSal e a UFBA e com o apoio da EMBRAPA. Como projeto interinstitucional que visa a realizar “um estudo do uso e conservação dos recursos hídricos, superficiais e subterrâneos, entre os múltiplos usuários da água da bacia do rio Itapicuru, incluindo a interface com a região costeira”, define, como um dos seus objetivos específicos, “a participação da comunidade”. Considera que as comunidades são formadas por redes familiares que desenvolvem suas atividades socioeconômicas, e que a família pode ser compreendida como um dos espaços de construção e reconstrução de saberes e de práticas do uso da água. A partir de uma perspectiva interinstitucional e multirreferenciada, a pesquisa visa, através de um processo de pesquisa-ação-formativa, conhecer os saberes e práticas de famílias usuárias de água na bacia do Itapicuru, e sua participação nos diálogos estabelecidos com as organizações socioculturais e órgãos governamentais na formulação e implementação de políticas públicas na área. Dentro dos primeiros passos do projeto, foram iniciadas oficinas de articulação e discussão com os demais grupos de pesquisa do projeto interinstitucional, para a definição da metodologia e técnicas participativas a serem trabalhadas com comunidades. Outro aspecto é a escolha das áreas de pesquisa, definindo, em princípio, espaços contendo comunidades indígenas, assentamento de reforma agrária e remanescentes de quilombos. Os resultados preliminares dessas discussões são apresentados neste artigo, esperando-se que sejam de utilidade para outros projetos da mesma natureza.

PALAVRAS-CHAVE: agricultura, participação, família, gestão.

O USO DE RECURSOS HÍDRICOS POR *PINUS PINASTER* E *EUCALYPTUS GLOBULUS* – EXPERIÊNCIAS EM ESTUFA

João Pedroso de LIMA

Prof. Doutor, Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (DEC-FCTUC), Pólo II, Universidade de Coimbra, 3030-290 Coimbra, +351.239797183, plima@dec.uc.pt

João CARLOTO

Bolseiro de Investigação, Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (DEC-FCTUC), Pólo II, Universidade de Coimbra, 3030-290 Coimbra, +351.239797228, carloto@ci.uc.pt

Isabel Pedroso de LIMA

Prof. Doutora, Escola Superior Agrária de Coimbra (ESAC), Bencanta, 3040-316 Coimbra, +351.239 802284, iplima@esac.pt

RESUMO ALARGADO

Neste trabalho pretende-se avaliar a utilização dos recursos hídricos por *Pinus pinaster* e *Eucalyptus globulus*, bem como a influência de micorrizas no crescimento destas plantas. A presente comunicação descreve experiências laboratoriais, realizadas em estufa com árvores envasadas. Utilizam-se 42 vasos contendo *P. pinaster* e igual número de vasos com *E. globulus*. Em metade das plantas utiliza-se um inóculo de esporos de fungos micorrízicos. Nestas experiências estuda-se o ciclo da água no sistema solo-planta-atmosfera. São simulados os níveis de precipitação médios de Coimbra, assumidos como típicos da região centro de Portugal, São determinadas, ao longo do tempo e para cada vaso, as quantidades de água retida pelo solo, pelas plantas, evapotranspirada para a atmosfera e drenada, na presença e ausência de micorrizas. De igual forma são analisadas as concentrações dos principais nutrientes nas plantas, no solo e na água. Durante as experiências serão também registados outros parâmetros como, por exemplo, condutância estomatal, luminosidade, humidade relativa, pressão barométrica, teor de humidade do solo, hidrofobicidade do solo, bem como outras medições no sentido de monitorizar o desenvolvimento vegetal das duas espécies. Nas figuras 1 e 2 pode observar-se o aparato experimental que serve de base a este trabalho.

A duração total das experiências laboratoriais em estufa é de dois anos, estando ainda a decorrer; a presente comunicação descreve as metodologias experimentais e relatar alguns dos resultados obtidos durante os primeiros 8 meses destes trabalhos.

Nesta fase do estudo podem tecer-se as seguintes considerações:

As experiências de laboratório, apesar de não conseguirem reproduzir integralmente as condições reais, permitem estudar detalhadamente processos que seriam quase impossíveis de monitorizar no campo com o mesmo detalhe.

Relativamente ao balanço hídrico e nutricional do sistema, as plantas encontram-se num estado de desenvolvimento demasiado prematuro para que tenham influência efectiva nos parâmetros avaliados (e.g. evapotranspiração).

É notório um incremento no desenvolvimento inicial, em altura, das plantas previamente inoculadas com fungos micorrízicos relativamente às não inoculadas, em particular no caso dos Eucaliptos.

Deverão ser realizadas análises de variância no sentido de verificar possíveis correlações entre o crescimento das plantas e a sua utilização de água e nutrientes, na ausência ou presença de micorrizas, depois de completadas as experiências laboratoriais.



Figura 1 – Aspecto geral da estufa.

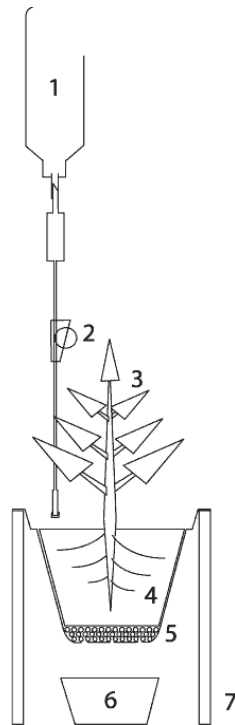


Figura 2 – Esquema de instalação de cada vaso: (1) Recipiente com água; (2) Regulador da intensidade do caudal; (3) Árvore; (4) Substrato; (5) Filtro de drenagem (esferas de argila expandida); (6) Recipiente colector da água drenada; e (7) Suporte dos vasos.

DETERMINAÇÃO DE EQUAÇÕES DA INFILTRABILIDADE DE UM SOLO MEDITERRÂNICO PARA O DIMENSIONAMENTO E GESTÃO DA REGA COM RAMPAS ROTATIVAS

Luís L. SILVA

Prof. Auxiliar, Dep. Engª Rural, Univ. Évora, Apartado 94, 7002-554 Évora, lsilva@uevora.pt

Ricardo P. SERRALHEIRO

Prof. Catedrático, Dep. Engª Rural, Univ. Évora, Apartado 94, 7002-554 Évora, ricardo@uevora.pt

RESUMO

Uma realização de regas de boa qualidade exige que o sistema de rega utilizado aplique a água com uma intensidade compatível com as características de infiltração do solo. Para se conseguir determinar esta compatibilidade é necessário conhecer as características de infiltração do solo, nomeadamente a sua infiltrabilidade.

Ao longo dos anos têm aparecido diversas técnicas para determinar as características de infiltração do solo, baseadas quer em ensaios laboratoriais quer em ensaios de campo. As técnicas de campo, aquelas que à partida poderiam dar uma ideia mais fiável dos resultados por serem feitas em condições mais próximas das que irão ocorrer durante a rega, baseiam-se em ensaios de infiltração com recurso a infiltrómetros. Porém, no caso de sistemas como as rampas rotativas, que apresentam elevadas taxas de aplicação da água é mais difícil reproduzir essas mesmas taxas em pequenos infiltrómetros, o que origina equações que subestimam a capacidade de infiltração do solo.

O objectivo do trabalho apresentado foi o de determinar equações da infiltrabilidade de um solo Mediterrânico utilizando o próprio sistema de rega como mecanismo de aplicação da água. Isto permitiu realizar ensaios de infiltração com diferentes intensidades pluviométricas e diferentes condições superficiais do solo (teor de água, compactação superficial) permitindo deste modo obter equações em diferentes situações hidropedológicas. Os resultados foram depois comparados de modo a poder seleccionar a equação mais adequada para efeitos de dimensionamento dos sistemas. Como objectivo secundário analisou-se o ajustamento dos dados de campo a diferentes equações tipo utilizadas para representar a capacidade de infiltração do solo de modo a determinar a mais adequada à rega com rampas rotativas.

Em dois anos, simularam-se as condições de funcionamento da parte terminal de rampas rotativas com aproximadamente 200 e 400 m de comprimento e equipadas com aspersores estáticos de baixa pressão (140 kPa) com dois tipos diferentes de deflectores (lisos e estriados). Isto correspondeu a situações de intensidades pluviométricas máximas entre 53 e 68 mm/h, no primeiro ano e 99 e 125 mm/h no segundo ano.

Verificou-se que a infiltrabilidade do solo diminui bastante com o aumento do teor de água na camada superficial antecedendo cada ensaio, mas também com a maior compactação e formação de crosta superficial do solo. Situação que é facilitada com a utilização de aspersores com deflectores estriados, que aplicam a água com gotas de maior diâmetro.

As equações obtidas em ensaios com o solo seco, mas já sujeito a aplicações de água anteriores, apresentam valores idênticos a situações com maior teor de água no solo e sendo esta a condição mais provável do solo, antecedendo uma rega, leva a considerar que a equação obtida nestas condições será a mais fiável para utilizar no dimensionamento e gestão da rega.

Também se observa que o aumento da intensidade pluviométrica provoca um aumento dos valores determinados para a infiltrabilidade do solo para tempos até aos 25-30 min, valor idêntico à duração da maior parte dos ensaios de infiltração. Esta diferença indica que a utilização de curvas da infiltrabilidade para avaliação da rega exige que a sua obtenção tenha sido baseada em ensaios

realizados com a mesma taxa de aplicação de água que se prevê utilizar na rega; caso contrário, os resultados obtidos poderão ser enganadores. A esta mesma conclusão já tinham chegado outros autores, como por exemplo DeBoer & Chu (1994).

Das várias equações tipo da infiltrabilidade ensaiadas, foi a equação do tipo Kostiakov aquela que melhor se ajustou aos valores obtidos nos vários ensaios de infiltração. Este melhor ajustamento deve-se por um lado às características particulares dos ensaios de infiltração (que têm curta duração e terminam com o início da saturação superficial do solo) e por outro à maior elasticidade que esta equação apresenta nos processos de optimização matemática, relativamente a outras expressões mais complexas.

PALAVRAS CHAVE: Rampas rotativas, solos Mediterrâneos, equações da infiltração, infiltrabilidade.

A REABILITAÇÃO DO REGADIO DE XAI_XAI

Nuno T. COLAÇO;

Engº Agrónomo, COBA S.A., Av. 5 de Outubro, 323, Lisboa, +351.217925000; nuno.c@coba.pt

Inácio PEREIRA

*Engº Agrónomo, M.Sc., Unidade de Implementação do Projecto (PIMU), Av. Samora Machel, 30, 7º, Maputo, Moçambique, +2581310013
prbmciuca@teledata.mz*

A reabilitação do Regadio de Xai-Xai, situado no sul de Moçambique, na planície aluvionar do Rio Limpopo, junto à cidade de Xai-Xai, faz parte de um projecto que tem em vista o aumento da capacidade produtiva de pequenos agricultores e o alívio da pobreza das populações através da reabilitação e/ou criação de infra-estruturas para a rega e drenagem e introdução de técnicas culturais melhoradas. A área de projecto é dominada pela agricultura familiar, feita por pequenos produtores (poderão ser 8 800 beneficiados) que vivem no limiar da pobreza.

Esta obra de rega ocupa uma área de cerca de 3000 ha e foi construída em 1984 para beneficiar algumas cooperativas agrícolas. Consistia em três estações de bombagem e respectivos sistemas de adução em canais a céu aberto para uma distribuição de água por gravidade. As EBs tinham a dupla função de captação de água para rega e de remoção de água de drenagem do perímetro, das valas situadas a cotas abaixo dos níveis do rio em período de maré alta.

A planície aluvionar do Rio Limpopo é formada essencialmente por sedimentos aluvionares e na área de estudo ocorrem solos aluvionares hidromórficos e solos aluvionares não hidromórficos. A faixa pantanosa que se estende entre a planície aluvionar (Vale), e as encostas do planalto arenoso circundante (Serra), caracteriza-se pela ocorrência de solos hidromórficos orgânicos, turfoso ("Machongos"), gerados pela presença constante de toalha freática elevada originada pelo escoamento das encostas arenosas. Esta zona (Zona 1), tem cerca de 4.700 ha de elevada fertilidade. Os solos argilosos, imperfeitamente a mal drenados, são a unidade dominante no Vale (Zona 2), com cerca de 7200 ha. Uma parte considerável dos solos são salgados à profundidade da zona radicular, estando esta salinidade associada às camadas salgadas do subsolo. Contudo, os solos orgânicos hidromórficos não apresentam quaisquer limitações em termos de salinidade, quer ao nível da camada superficial, quer nas camadas mais profundas. Nas áreas próximas da zona central do vale os solos aluvionares apresentam maiores problemas de salinização/sodização, e exigem cuidados especiais na sua exploração em regadio por forma a evitar os processos de salinização.

Face aos resultados dos estudos efectuados foram propostos dois tipos de intervenções (Zona 1 e Zona 2), a realizar em duas fases distintas. As duas zonas distinguem-se pelas características pedológicas dos terrenos e na sua forma de exploração em regadio, o que condiciona o ordenamento cultural e as necessidades de rega das culturas (Zona 1: "Machongos", Zona 2: "Bila").

A Fase 1 contempla o aproveitamento na íntegra da mancha de solos (Histossolos), designados por Machongos (Zona 1). No esquema hidráulico seleccionado para a beneficiação desta Zona prevê-se a reabilitação de 4441 ha de terrenos recorrendo ao sistema comum de drenagem e rega por humedecimento (Sub-irrigação), que utiliza estruturas reguladoras do nível de água na secção final das valas secundárias que os atravessam. Para tal far-se-á o redimensionamento e reabilitação do sistema de drenagem já existente. Esta primeira Fase é considerada como prioritária em termos de aproveitamento e desenvolvimento agrícola, não só devido ao seu potencial imediato, como dos benefícios que advêm dos baixos custos envolvidos quer no investimento inicial quer na gestão do sistema de drenagem/regagem, assumindo que a fonte de água depende apenas da manutenção da profundidade do lençol freático, alimentado pelas escorrências das Encostas, a cotas que interessam às culturas praticadas. Outra das vantagens que se oferecem nesta Fase, que beneficiará um total de

4977 ha (incluindo o Bloco Ponela, com 536 ha) é o acesso fácil a esta Zona por parte dos agricultores familiares (proximidade física e melhor adaptação ao tipo de exploração).

A Fase 2 diz respeito à beneficiação da Zona 2, onde foram delimitados 3 blocos de rega com uma área total de 3781 ha, tendo sido seleccionado para elaboração do projecto de execução, um bloco de rega tipo com 536 ha (Ponela), localizado na zona onde actualmente existe uma maior pratica de regadio, assumindo que será a área de rega piloto ou experimental que servirá de base de desenvolvimento e gestão a adoptar para esta Zona. Este Bloco de Ponela foi incluído na Fase 1, pelo que a Fase 2 se limitará a servir 3245 ha situados na planície de inundação do rio Limpopo, ocupada por solos aluvionares aluvionares não hidromórficos (Fluvissoles), estratificados ou argilosos. Todos os blocos da Zona 2 serão abastecidos com água bombada no Rio Limpopo, podendo o bloco de Ponela ser abastecido com água sobranante dos escoamentos das encostas, não utilizada pela Zona 1, e aduzida pelo colector de drenagem.

O traçado da rede de drenagem/sub-irrigação acompanha de perto o sistema de valas actualmente existente. Trata-se de um sistema com eixos centrais constituídos por colectores de grandes dimensões, nos quais entroncam várias valas secundárias com espaçamentos regulares; estas valas recolhem água drenada por pequenas valetas (terciárias) que drenam/regam talhões de dimensões padronizadas, conforme ilustra o desenho anexo. Na extremidade de jusante do sistema, na confluência deste com o rio Limpopo, foi identificada a necessidade de construir uma estação elevatória que permita elevar os caudais de drenagem acima dos níveis de água impostos pela acção das marés nesta secção do rio.

Este sistema funcionará para drenar excedentes de água durante a época húmida e para garantir que os terrenos beneficiados por este regadio possuam o nível freático localizado à profundidade adequada para garantir as condições de humedecimento dos solos necessárias ao bom desenvolvimento das culturas; para tal devem ser controlados os níveis de água nas valas secundárias e terciárias, tendo os colectores principais unicamente funções de escoamento de excessos de água, em ambas as épocas. O controle dos níveis de água nas valas será efectuado através da operação de pequenos descarregadores frontais de soleira móvel a colocar na extremidade de jusante das valas secundárias, na confluência com o colector principal.

Os traçados das valas e colectores projectados acompanham de uma forma geral o traçado das actuais valas. A rede projectada é constituída por 30 valas e colectores com uma extensão total de cerca de 97,1 km. A largura de rasto varia entre 2,5 m e 12,0 m, enquanto que a largura de boca varia entre 5,85 m e 23,16 m. O caudal de dimensionamento da estação elevatória de Umbape será de 5,9 m³/s.

A rede de rega do bloco de Ponela tem origem num reservatório de regularização abastecido por um sistema de bombagem instalado na EE Umbape e é constituída por uma rede em baixa pressao que terá uma extensão total de 13,1 km.

A rede de caminhos rurais projectados fornecerá meios de acesso permanente aos 12 blocos definidos na área de rega e drenagem, e de modo a permitir também uma flexibilidade maior na exploração das redes de adução e de distribuição, e é constituída por 15 caminhos, com uma extensão total de aproximadamente 126 km, com uma densidade de 10,7 m por hectare beneficiado.

A EE do Umbape foi concebida para as funções de drenagem e de rega, e será equipada com 4 grupos electrobomba destinados à drenagem, (1,97 m³/s elevados a 6,0 m, cada), e 4 grupos electrobomba destinados à rega do Bloco de Ponela (0,32 m³/s e altura de elevação de 10,7 m).

Nas situações em que o nível de água a montante é muito alto, os quatro grupos de drenagem podem funcionar simultaneamente, e bombam para o rio um caudal total de 7,9 m³/s.

Em situações de urgência, quando os níveis de água são muito elevados, os três grupos de electrobombas destinados à rega podem ser usados para reforçar a capacidade de drenagem da estação elevatória, descarregando directamente o caudal para o rio Limpopo.

Está prevista a constituição de uma entidade gestora do empreendimento como uma das metas do projecto. Esta entidade será responsável pela operação e manutenção dos elementos comuns e primários do esquema de regadio e pela aplicação de uma política financeira que garanta a sustentabilidade de todo o sistema a longo prazo. Assume-se que a operação e manutenção dos elementos secundários e terciários do sistema sejam da responsabilidade dos agricultores organizados em Associações de Regantes ao nível do Bloco.



TEMA 4

EROSÃO E DEGRADAÇÃO DOS SOLOS

ANÁLISE QUALITATIVA DO POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS DA BACIA DO ALTO RIO ARAGUAIA, MT/GO, BRASIL

Carlos Frederico de Castro ALVES;

Geólogo, Drenatec Regea, Av. Eng. H. A. Eiras Garcia, 340, CEP 05588-000, São Paulo, SP, Brasil, +55.11.37355172, regea@terra.com.br

Antonio Manoel dos Santos OLIVEIRA;

Professor, Doutor, UnG – Universidade Guarulhos, Praça Tereza Cristina, 58, CEP 07023-070, Guarulhos, SP, Brasil, aoliveira@prof.ung.br

Oswaldo Yujiro IWASA

Geólogo, Drenatec Regea, Av. Eng. H. A. Eiras Garcia, 340, CEP 05588-000, São Paulo, SP, Brasil, +55.11.37355172, regea@terra.com.br

RESUMO

A bacia do alto rio Araguaia, situada no Centro-Oeste do Brasil, nos estados do Mato Grosso e Goiás, é formada pelas cabeceiras do rio homônimo e pelo rio Babilônia, que serão os principais contribuintes do futuro reservatório do AHE Couto Magalhães, atualmente em projeto. Esta bacia, com cerca de 3 700 km², sofre intensos processos erosivos desencadeados pelo extenso desmatamento dos seus terrenos de alta suscetibilidade à erosão. Os sedimentos produzidos estão provocando impactos ambientais significativos nos rios e podem implicar na redução da vida útil do futuro reservatório.

O presente trabalho apresenta uma análise qualitativa do potencial de produção de sedimentos da bacia que, além de seu papel normalmente complementar ao das análises hidrossedimentométricas, neste caso ganha maior importância devido à escassez de dados quantitativos, que inclusive impossibilita distinguir os comportamentos hidrossedimentométricos das bacias do Babilônia e do Araguaia.

Para a análise do potencial de produção de sedimentos de ambas bacias foram considerados dois conjuntos de fatores: o conjunto daqueles que comandam a perda de solos dos terrenos (susceptibilidade à erosão e uso dos solos) e daqueles que controlam a transferência das partículas erodidas desde as áreas-fonte até os rios e destes ao reservatório projetado (densidade de drenagem, declividade dos talwegues principais e presença de planícies aluviais).

Os resultados obtidos mostraram que a bacia do rio Babilônia deve possuir um maior potencial de produção de sedimentos tendo em vista seu maior potencial de transferência, por apresentar o triplo da densidade de drenagem; 1,5 vezes a declividade do talvegue principal e planícies aluvionares restritas, em relação às do Araguaia. Observações de campo sobre ocorrências de depósitos aluvionares recentes, ao longo dos rios, reforçam esta conclusão. Assim, destacou-se a bacia do Babilônia como alvo prioritário para a implementação de medidas preventivas e corretivas dos processos erosivos.

PALAVRAS CHAVE: Brasil, alto rio Araguaia, erosão, sedimentos, análise qualitativas

ESTUDO PRELIMINAR DA ERODIBILIDADE DE SOLOS EM ÁREAS DE ENCOSTA EM MEIO URBANO RESULTADOS PRELIMINARES OBTIDOS COM O USO DO SIMULADOR DE CHUVA

Jorge L. Z. TARQUI; Miriam de Fátima CARVALHO

Dr. Eng° Civil, Docente da UCSal, Av. Pinto Aguiar s/n, Campus Pituacu, Salvador, Bahia, Brasil, jlztarqui@yahoo.com.br e mfcarvalho@geoamb.eng.ufba.br

Adma T. ELBACHÁ

Ms. Eng° Civil, Docente UCSal, Av. Pinto Aguiar s/n, Campus Pituacu, Salvador, Bahia, Brasil.

Júlia C. FADUL; Daniel de S. MACHADO; Glauber V. de FREITAS

Iniciação Científica (Fapesb) – Estudante de Engenharia Civil – UCSal, Av. Pinto Aguiar s/n, Campus Pituacu, Salvador, Bahia, Brasil

RESUMO

O crescimento desordenado das cidades brasileiras devido à falta de planejamento urbano, tem trazido sérios problemas ambientais. Políticas de ordenamento do uso e ocupação do solo deficientes têm motivado a construção desordenada em áreas de encosta por parte da população de baixa renda. Neste processo, a retirada da cobertura natural preexistente tem acelerado a erosão do solo, trazendo um incremento na produção de sedimentos. Os efeitos da perda de solos podem causar deslizamentos das encostas, gerando vítimas ou colocando em risco a vida das pessoas que moram nestas áreas. Neste sentido, o melhor entendimento dos processos erosivos ajudará no cálculo da produção de sedimentos e servirá para uma melhor compreensão da influência da erosão nos deslizamentos e desmoronamentos.

O presente trabalho estuda a erodibilidade do solo em áreas de encosta com risco de deslizamentos na zona urbana da cidade do Salvador, Bahia. O projeto foi dividido em três etapas: a primeira, já concluída, tratou-se da montagem e calibração de um simulador de chuva; a segunda, também concluída, constou do levantamento de informações sobre solos, dados pluviométricos e escolha das áreas específicas de estudo; e a terceira etapa consiste da execução de testes de erodibilidade em amostras indeformadas coletadas e da avaliação dos resultados.

Para desenvolvimento do projeto, está sendo utilizado um simulador de chuva de disco giratório modelo FEL 3, fabricado pela Armfield e composto por uma câmara pulverizadora suportada por uma estrutura metálica e por um módulo de serviço. O equipamento funciona através do bombeamento de água do reservatório até o medidor de fluxo, o qual permite ajustar a vazão desejada. Em seguida, a água é encaminhada para o sistema de aspersão (bocal) que possui uma derivação para conhecimento da pressão da água que chega no bocal via um manômetro de Bourbon. O jato de água é interceptado pelo disco giratório, cuja abertura varia de 5° a 40° de 5° em 5°, permitindo obter uma variação na intensidade das precipitações induzidas. A água interceptada que não passa pelas placas do disco retorna para o reservatório.

Foram realizados vários experimentos de calibração do simulador que permitiram obter a variação da intensidade e uniformidade de chuva simulada. Com o aumento da abertura do disco e variação da pressão foram obtidas intensidades que variam de 55,29 mm/h a 419,43 mm/h

Para estudo da erodibilidade, foram realizados, inicialmente, ensaios com precipitação média de 70 mm/h e 3 declividades. Estes ensaios foram feitos com a formação Barreiras (areia siltosa de cor rosa) e com três repetições para cada inclinação.

A preparação da amostra começa com a abertura de um bloco e o nivelamento da superfície de moldagem. Para facilitar a moldagem de amostras indeformadas construiu-se 4 moldes de aço inoxidável com a base das paredes em forma de bisel. Estes moldes têm um dos lados rebaixados de

0,5 cm para facilitar a saída dos sedimentos pelo funil vertedor. Para reduzir o atrito e facilitar a cravação da caixa biselada no solo, aplica-se vaselina na face interna da mesma. Das aparas da moldagem, coleta-se material para determinação da umidade natural do bloco em estufa a 105°C.

Depois de moldado, a caixa biselada é colocada dentro da caixa de ensaio, e o conjunto, depois de pesado, é levado para um tanque com uma lâmina d'água de 5 (cinco) cm para que, por capilaridade, a amostra atinja uma condição inundada

Após 1 (uma) hora, o conjunto é retirado do tanque e levado para o simulador de chuva junto com a rampa e os copos coletores de chuva por um período de 20 min. Para a simulação da inclinação do terreno, construiu-se rampas de madeira com inclinações de 10, 50 e 80% para posicionamento da caixa de lavagem com amostra indeformada. À ponta do funil, é conectada uma mangueira por onde será conduzido o sedimento até um recipiente localizado fora da área de ensaio. Estes sedimentos são provenientes da erosão por lavagem. Ao final do ensaio, o conjunto (caixa de ensaio e amostra) e o material coletado da lavagem são levados à estufa (105°C) sendo que o primeiro necessita de dois a três dias para secar completamente.

Com o peso da amostra em estado natural e sua umidade natural, defini-se o peso seco antes do ensaio (Pso) e após a estabilização do peso da amostra em estufa, tem-se o peso seco após o ensaio (Psf). Por diferença, determina-se a perda total de solo. Os sedimentos coletados no recipiente localizado fora da área de ensaio constituem a perda por lavagem. A perda por "splash" é obtida pela diferença entre a perda total e a perda por lavagem.

Com os 3 (três) valores de perda para cada declividade, foi possível traçar um gráfico que relaciona a declividade com a perda de solo. Os resultados das perdas totais, por lavagem e por "splash", dos ensaios executados para a intensidade de 70 mm/h, não apresentaram variação significativa aparentando, neste caso, que a declividade não teve influência nos valores obtidos.

Os valores de perda por "splash" para as inclinações de 10 e 50% são aproximadamente iguais e, para a declividade de 80%, o valor obtido é ligeiramente menor. Comportamento similar é observado para os valores das perdas por lavagem e total.

No entanto, cabe ressaltar, que os resultados obtidos dos ensaios realizados, podem ter sido influenciados pelo tipo de amostra utilizada (amostra indeformada) e pela dimensão da área exposta à chuva. Novos ensaios deverão ser executados para verificação dos resultados.

Observou-se que os valores de perda por "splash" são maiores que os de perda por lavagem, independente da declividade. Isso demonstra que a desagregação do solo indeformado se dá pelo impacto da gota e não pela tensão cisalhante originada pela lâmina d'água do escoamento superficial.

CARACTERIZAÇÃO DO TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EM UM PEQUENO RIO URBANO EM SANTA MARIA – RS

Juliana SCAPIN

Engª Civil, mestranda – UFSM, Santa Maria - RS, Brasil +55.9969.2589. julianascapin@mail.ufsm.br

João Batista Dias de PAIVA

Professor Orientador, HDS-CT-UFSM, 97060-250, Santa Maria - RS, Brasil +55.220.8483. paiva@ct.ufsm.br

RESUMO

Este trabalho apresenta resultados da avaliação do transporte de sedimentos em um pequeno rio urbano na cidade de Santa Maria, RS. Foram realizados trabalhos de medição de descargas líquidas e sólidas e coletado material de leito durante eventos chuvosos, nos períodos de Dezembro de 2003 a Novembro de 2004.

Os trabalhos de laboratório consistiram em análises granulométricas e concentrações de sedimentos. As análises de laboratório para a determinação da concentração e da granulometria de sedimentos em suspensão foram feitas pelos métodos do tubo de retirada pelo fundo e pelo método da pipetagem. As análises granulométricas dos sedimentos de leito foram feitas por peneiramento e sedimentação. Os dados obtidos foram utilizados para avaliar a eficiência dos métodos de Colby (1957), Engelund e Hansen (1967), Yang (1973), Ackers e White (1973) e Van Rijn (1984) para estimar a descarga sólida na seção de medição considerada, em função das características do escoamento e do material de leito.

A descarga total de sedimentos apresentou um bom ajuste quando relacionada com a vazão, velocidade, profundidade hidráulica, com a tensão de cisalhamento no leito e com a potência do escoamento resultando em coeficientes de correlação de 0,8888, 0,8552, 0,7955, 0,8133 e 0,8327, respectivamente.

Os resultados obtidos no período mostram que os métodos apresentaram resultados satisfatórios. A razão entre os valores observados e medidos da descarga total de sedimentos variou de: 1,12 a 1,60, com média de 1,33, e ID (índice de dispersão) de 0,44 no método de Colby; 0,06 a 4,78, com média de 1,41 e ID de 2,23, no método de Yang; 0,03 a 2,01, com média de 0,59 e ID de 3,20, no método de Ackers e White; 0,21 a 12,43, com média de 3,53 e ID de 9,37, no método de Van Rijn e 0,16 a 21,40, com média de 4,35 e ID de 15,38, no método de Engelund e Hansen. O Quadro 1 mostra os valores de r e ID para cada método de cálculo.

Quadro 1 – Valores de r e ID.

	r	ID
Colby (1957)	1,33	0,44
Yang (1973)	1,41	2,23
Ackers White (1973)	0,59	3,20
Van Rijn (1984)	3,53	9,37
Engelund Hansen (1967)	4,35	15,38

PALAVRAS-CHAVE: Hidrossedimentometria, Transporte de sedimentos, Descarga sólida.

CONTROLE DE EROÇÃO URBANA NO ESTADO DE SÃO PAULO - BRASIL

Maria Isabel FARIA GOUVEIA

Geógrafa, Departamento de Águas e Energia Elétrica- DAAE, Rua Boa Vista, 170 / 7º andar, São Paulo-SP, Brasil, +55.11.3293-8385, isabel.gouveia@daee.sp.gov.br

Gerson Salviano de ALMEIDA FILHO

Tecnólogo, Mestre em Engenharia Civil, Instituto de Pesquisas Tecnológicas- IPT, Av. Professor Almeida Prado, 532, São Paulo-SP, Brasil, +55.11.3767-4643, gorsaf@ipt.br

RESUMO

No Estado de São Paulo a erosão vem gerando graves prejuízos para a sociedade através da perda de solos agricultáveis, de investimentos públicos em obras de infra-estrutura, e da degradação de áreas urbanas ou em urbanização.

A expressão mais flagrante da erosão é a boçoroca. No Estado de São Paulo há cerca de sete mil boçorocas. O custo das obras corretivas para estabilização dessas boçorocas atinge a ordem de 20% do orçamento do Estado. Além disso, há despesas com recomposição de áreas urbanas degradadas, suas edificações, arruamentos, etc., e obras viárias interrompidas ao tráfego por problemas erosivos, sobretudo na época das chuvas.

Completa este quadro a erosão em áreas agrícolas. Estima-se que 80% das terras cultivadas do Estado de São Paulo estejam passando por processos erosivos além dos limites de recuperação natural do solo.

O impacto da erosão nos recursos hídricos se manifesta através do assoreamento de cursos de água e de reservatórios. A erosão e o assoreamento trazem maior frequência e intensidade de enchentes, e alterações ecológicas que afetam a fauna e a flora. Também a perda de capacidade de armazenamento de água de reservatórios gera sérios problemas de abastecimento e exige obras de regularização e desassoreamento.

O conhecimento do estado da erosão e de seu impacto ambiental, e o prognóstico de sua evolução são aspectos abordados neste trabalho, que analisa, ainda, a situação da erosão urbana e as principais medidas preventivas para evitá-la.

PALAVRAS-CHAVE : Erosão, assoreamento, impacto ambiental, medidas preventivas.



TEMA 5

REABILITAÇÃO E RENATURALIZAÇÃO FLUVIAL

O PROCESSO DE TRANSPORTE E DEPOSIÇÃO DE SEDIMENTOS NAS CALHAS FLUVIAIS DOS TRIBUTÁRIOS LATERAIS AO RESERVATÓRIO DA HIDRELÉTRICA SÉRGIO MOTTA, RIO PARANÁ, BRASIL.

Ademir G. FIGUEIREDO

Eng.º Civil, Prof. Adjunto da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" UNESP
Rua Roberto Simonsen, 305, Presidente Prudente (SP), Brasil, C.P.957, CEP 19060 – 900, fone (018) 222-1906,
fax (018) 229-5353, mail (s) ademir@prudente.unesp.br - ademir-figueiredo@ig.com.br

RESUMO

No território nacional, há regiões caracterizadas pelas ações permanentes e progressivas de fenômenos erosivos e de assoreamentos. Enquanto os fenômenos erosivos atuam na superfície e sub-superfícies do solo, predominando nas proximidades das nascentes dos principais tributários ou cabeceiras das bacias hidrográficas, as deposições e/ou assoreamentos geralmente se desenvolvem em reservatórios, em planícies, nas proximidades da foz de cada tributário ou ao longo de trechos das calhas fluviais.

Como esses fenômenos estão diretamente relacionados com as características intrínsecas das bacias, nos seus aspectos pedológicos, geológicos, geomorfológicos, bem como de sua dinâmica de ocupação e práticas agrícolas, os mesmos somente poderão ser adequadamente avaliados, a partir de estudos mais pormenorizados das ações antrópicas, integrados a quantificações de sedimentos produzidos, transportados e depositados nas áreas de drenagens e ao longo das calhas fluviais.

O reservatório da hidrelétrica Sérgio Motta (anteriormente denominado de reservatório da hidrelétrica Porto Primavera), com área superficial de 2.140 km² e capacidade de 15,7 x 10⁹ m³, no nível máximo normal atual, está localizado na bacia hidrográfica do Rio Paraná, no trecho médio do rio, nas margens dos estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul, a jusante do reservatório de Jupia e a montante do reservatório de Itaipu (CARVALHO *et al*, 2004). As descargas sólidas carregadas para o reservatório provêm, principalmente, de sete tributários laterais ao reservatório, correspondentes às respectivas sub-bacias hidrográficas, e de várias sub-bacias menores, totalizando uma área incremental de 92.761 km². Das sete sub-bacias hidrográficas, três estão localizadas no Estado do Mato Grosso do Sul (Rio Verde, Rio Pardo, Rio Taquaruçu), com área de drenagem de 57.789 km²; e quatro pertencem ao Estado de São Paulo (Rio Aguapeí, Rio do Peixe, Rio Santo Anastácio e Ribeirão das Anhumas), com área de drenagem de 25.001 km².

As principais sub-bacias localizadas na lateral esquerda do reservatório apresentam características físicas, parâmetros geológicos, geomorfológicos, hidrológicos e hidráulicos bem próximos, que também passaram por variações no tempo e no espaço, não muito diferenciadas com relação à dinâmica de ocupação e de ações antrópicas. As áreas dessas sub-bacias apresentam sérios problemas de degradação em função de ações de fenômenos erosivos acelerados e assoreamento das calhas fluviais, provocados pelo desmatamento intenso e ao uso e manejo do solo contínuo, sem planejamento e orientações técnicas. No entanto, embora as principais sub-bacias localizadas na lateral direita, apresente características diferenciadas em relação à dinâmica de ocupação e de ações antrópicas, que provocaram menores problemas de degradação, as demais características físicas e parâmetros também não são muito diferenciados.

No artigo, apresenta-se um estudo do processo de transporte e deposição de sedimentos nas calhas fluviais dos tributários laterais ao reservatório da Hidrelétrica Sergio Motta, cuja bacia incremental é apresentada na figura 1.

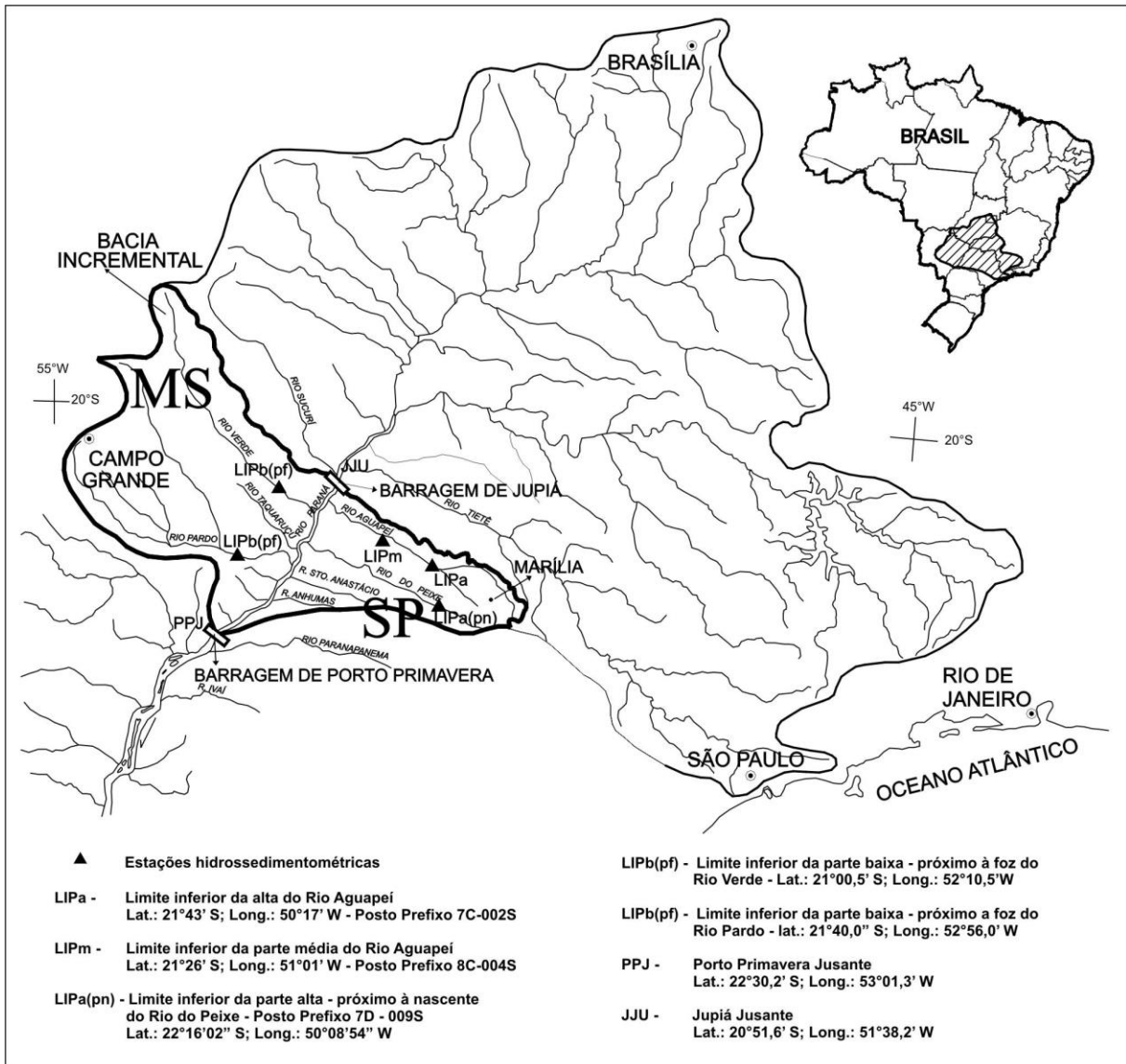


Figura 1 – Bacia Incremental, sub-bacias hidrográficas e estações hidrossedimentométricas das laterais do reservatório da hidrelétrica Sérgio Motta.

Dentre os resultados alcançados, destacam-se: valores específicos e totais de descargas sólidas nas principais calhas fluviais; gráficos com curvas, equações e correlações obtidas, a partir de valores de descargas sólidas específicas, máximas, médias e mínimas, em função das respectivas áreas de drenagem, caracterizadas por partes das sub-bacias (partes altas, médias e baixas); descrição das principais características físicas, das ocupações, dos índices de pluviosidade, erosividade e erodibilidade das sub-bacias de drenagem; fenômenos erosivos e de assoreamentos identificados nas áreas; conclusões, com destaque para avaliação do volume do assoreamento no reservatório, número de anos em que as descargas sólidas poderão atingir a cota da tomada d' água da usina hidrelétrica, taxa de assoreamento média anual do reservatório e algumas recomendações.

PALAVRAS-CHAVE: Calhas fluviais, Sedimentos, deposições, assoreamentos, perdas de solo

ANÁLISE DO ESCOAMENTO EM RIOS SUJEITOS À INFLUÊNCIA DA MARÉ. CURVA DE VAZÃO.

Margarida Isabel Martins dos SANTOS

Eng. Civil, Mestre em Hidráulica e Recursos Hídricos, ESTIG Beja, margarida.martins@estig.ipbeja.pt

João Reis HIPÓLITO

Eng. Civil, Professor Associado Agregado do IST, jh@civil.ist.utl.pt

RESUMO ALARGADO

O escoamento nas secções mais a jusante dos rios, junto à foz ou imediatamente a montante de estuários onde desagüem, integra o conjunto de processos a que a água é sujeita desde a ocorrência das precipitações que o originam e sofre a influência das marés. No entanto, a bibliografia existente raramente aborda este tipo de escoamento e em especial a análise da vazão nas referidas secções do rio na zona das águas de transição.

Assim, no âmbito da dissertação de mestrado do primeiro autor (Santos, 2004), desenvolveram-se modelos computacionais de simulação de escoamentos variáveis unidimensionais em cursos de água naturais, para estudo dos efeitos da maré no escoamento em rios sujeitos à sua influência.

O problema foi formulado com base nas equações completas e unidimensionais de Saint-Venant e para a sua resolução realizaram-se três programas de computador: um para cálculo das características geométricas e hidráulicas fundamentais das secções transversais do rio e os restantes dois, interligados com o primeiro, para o cálculo do escoamento propriamente dito através dos métodos de diferenças finitas explícito de MacCormack (modelo Esquema_Explícito) e implícito de Preissmann (modelo Esquema_Implicito).

Para concretização prática deste trabalho foi escolhido um trecho de cerca de 24 km no rio Sado, imediatamente a montante da cidade de Alcácer do Sal, no qual se verifica a influência da maré no escoamento fluvial e quando em cheia tem provocado importantes danos naquela cidade

Assim, para o trecho do rio considerado, o qual foi discretizado em treze secções transversais, aproximadamente espaçadas entre si de uma distância de 2000 m, realizaram-se simulações computacionais dos modelos Esquema_Explícito e Esquema_Implicito com o objectivo de estudar o escoamento fluvial influenciado pela maré no que diz respeito às suas características em termos de caudal, altura do escoamento, velocidade do escoamento e número de Froude. Neste sentido, foram analisadas quatro situações de escoamento diferentes caracterizadas por: um hidrograma de cheia a montante ($Q_{máx} = 2820 \text{ m}^3/\text{s}$), $Q_{montante} = 2000 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{montante} = 3000 \text{ m}^3/\text{s}$ e $Q_{montante} = 4000 \text{ m}^3/\text{s}$, tendo sido, para cada uma delas, utilizado um hidrograma de alturas do escoamento na secção de jusante do trecho do rio em estudo, correspondente a um período de sizígia.

Na Figura 1 apresenta-se um exemplo dos resultados obtidos relativamente à variação do caudal no tempo e ao longo do trecho de rio modelado num escoamento fluvial influenciado pela maré.

Neste estudo procedeu-se também à análise da curva de vazão na secção final do trecho do rio Sado considerado (secção P13) para cada uma das quatro situações de escoamento referidas anteriormente, cheia e caudais a montante constantes de $2000 \text{ m}^3/\text{s}$, de $3000 \text{ m}^3/\text{s}$ e de $4000 \text{ m}^3/\text{s}$, tendo sido utilizadas quatro formulações matemáticas das teorias de onda cinemática, difusiva e dinâmica, com base nas quais se realizaram quatro modelos de curva de vazão fisicamente baseados e apoiados nas alturas do escoamento nas duas secções mais a jusante do citado trecho de rio.

Na Figura 2 apresenta-se um exemplo dos resultados obtidos relativamente à curva de vazão na secção final do trecho do rio Sado em estudo.

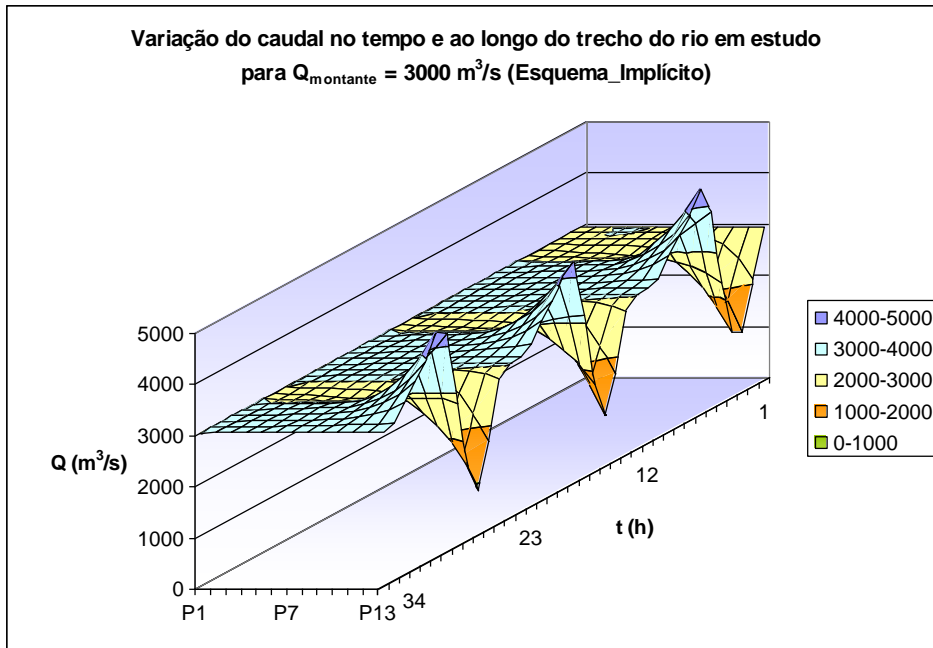


Figura 1 - Representação em perspectiva do caudal no tempo e ao longo do trecho do rio em estudo para $Q_{montante} = 3000 \text{ m}^3/\text{s}$ (Santos, 2004)

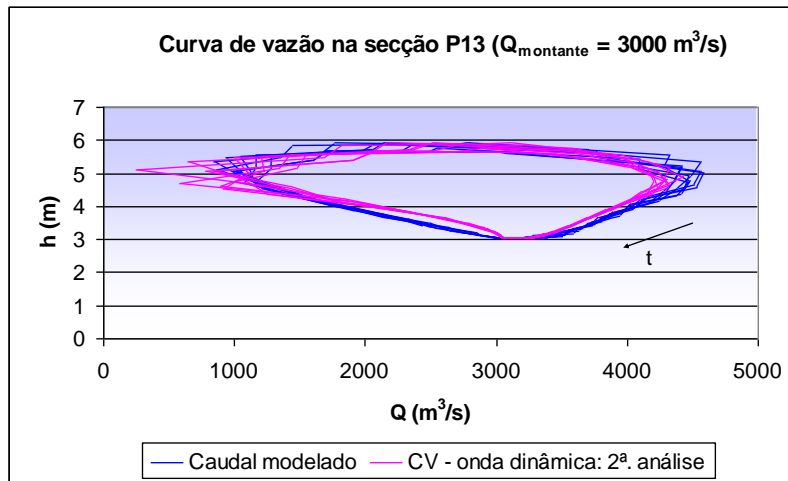


Figura 2 - Curva de vazão na secção P13 obtida através do modelo computacional e da formulação matemática da onda dinâmica: 2.ª análise (Santos, 2004)

Os autores divulgam neste artigo os principais resultados obtidos no que diz respeito às características do escoamento fluvial influenciado pela maré (caudal, altura do escoamento, velocidade do escoamento e número de Froude) e os bons resultados que se conseguem com alguns dos modelos de curva de vazão, com os quais se explica mais de 90% da variância do caudal.

MEDIDA DO VOLUME ANUAL DE SEDIMENTOS NUMA SEÇÃO NO RIO ATIBAIA/SP/BRASIL ASSOCIADA À OCUPAÇÃO DO SOLO DA BACIA A MONTANTE

Maria Rejane Lourençoni SIVIERO; Evaldo Miranda COIADO

Eng.º Civil, Doutora pela FEC-UNICAMP, CAMPINAS/SP/BRASIL, Rejane00@Aol.com

Eng.º Civil, Professor Titular, FEC-UNICAMP, CAMPINAS/SP/BRASIL, Coiado@terra.com.br

A unidade geográfica que contribui para a formação de um curso de água é a bacia hidrográfica, deste modo, esta abarcando a bacia de drenagem, é responsável pela qualidade e quantidade dessas águas. A Engenharia muitas vezes despreza o fato de que os rios naturais não conduzem somente água, mas, também, sedimentos e que a taxa de sedimento transportada está intimamente relacionada com a forma e estabilidade do canal.

Assim, a quantidade de sedimentos transportada pelos rios, além de informar sobre as características e ou estado de conservação da bacia, é de fundamental importância para o planejamento e aproveitamento dos recursos hídricos de uma região.

Dada a importância do rio Atibaia para o Município de Campinas/SP/Brasil e região, sendo o responsável pelo abastecimento de 80% da população de Campinas, aliado à falta de informações referentes à produção e dinâmica dos sedimentos, decidiu-se pelo desenvolvimento deste estudo objetivando mensurar o volume anual de sedimentos numa seção de medidas e associá-lo com a ocupação do solo da bacia a montante pela aplicação da Equação Universal de Perda de Solo (EUPS), para as medições realizadas em 1993 e 1999.

Os resultados da carga sólida transportada na seção de medidas sobre rio Atibaia/SP/Brasil foram cerca de 147 t/dia para 1993, o que corresponde ao volume, em termos absolutos, 0,020 Mm³ e 522 t/dia para 1999, em termos de volume absoluto, 0,072 Mm³. Sendo que, em 1993, cerca de 109 t/dia foram sólidos fixos (matéria inorgânica) e 38 t/dia foram sólidos voláteis (matéria orgânica) e, em 1999, cerca de 386 t/dia foram sólidos fixos (matéria inorgânica) e 136 t/dia sólidos voláteis (matéria orgânica).

A aplicação da EUPS resultou em perda de solo média na bacia de 7,3 mg/ha para 1993, em termos de volume absoluto 0,256 Mm³, e 7,8 Mg/ha para 1999, em volume absoluto 0,275 Mm³, foram verificadas perdas de solo que ultrapassaram valores da ordem de 50 Mg/ha, e para esses valores, os aumentos atingiram 50% neste período. O volume de sedimentos que chega à seção de medidas é cerca de 8% do volume total de sedimentos, erodidos na bacia, em 1993 e 26% em 1999.

Neste estudo o fator de interação realizado entre o volume de sedimentos mensurado e o estudo da ocupação do solo a montante, mostraram-se satisfatórios, pois segundo Lal, apud Ranieri (1996), calcula-se que de 5 a 30% das partículas desprendidas no processo erosivo chegam aos cursos de água, provocando turbidez, assoreamento e contaminação dos mesmos com agroquímicos.

Deste modo, pode-se verificar comparando os resultados obtidos das medições realizadas em 1993 e 1999 e a EUPS para o mesmo período, que os mesmos estão traduzindo atividades antrópicas acentuadas na bacia em estudo, principalmente, no que diz respeito ao uso e manejo do solo, dado que a área urbana aumentou em 50%.

INDUÇÃO À CONSERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DA BACIA DO RIO TAPACURÁ (PERNAMBUCO - BRASIL)

Ricardo Augusto Pessoa Braga; Jaime Joaquim Pereira Cabral

Grupo de Recursos Hídricos do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco - Brasil (rbraga@hotmail.com.br).

RESUMO

A bacia hidrográfica do rio Tapacurá localiza-se em Pernambuco (nordeste do Brasil), apresentando dimensões adequadas para uma abordagem de desenvolvimento local, grande importância para o abastecimento público metropolitano do Recife, elevado nível de poluição, multiplicidade de conflitos de uso da água, além de significativo potencial de mobilização das instituições e atores sociais para a organização da gestão ambiental integrada.

Visando dar suporte à sua conservação e recuperação, foi elaborado inicialmente um diagnóstico ambiental, com caracterização física e sócio-econômica, levantamento dos usos e ocupação do solo, monitoramento da qualidade da água, cadastramento das fontes poluidoras, pluviometria, fluviometria e estudos de vazão do rio e dinâmica do reservatório da barragem do Tapacurá. Tomando como referência os problemas ambientais identificados, e com a participação de 32 entidades de governo e da sociedade civil, o Grupo de Recursos Hídricos da UFPE coordenou a elaboração do Plano de Ação para a Gestão Ambiental da Bacia do Tapacurá, propondo iniciativas em 4 eixos integradores: gerenciamento da qualidade e dos usos múltiplos da água; conservação e recuperação dos solos e das florestas; mobilização social e educação ambiental; e desenvolvimento sócio-econômico e tecnológico em bases ecologicamente sustentáveis.

A sua viabilização vem ocorrendo através da implementação dos projetos: unidade didática e demonstrativa na microbacia do riacho Gameleira (bacia-escola); estudo da disponibilidade e das demandas de água; coleta e tratamento dos esgotos de Vitória de Santo Antão e Pombos; e controle da poluição hídrica provocada por matadouros públicos. Mais recentemente, através de recursos do Fundo Setorial de Recursos Hídricos e da Petrobras Ambiental, estão sendo desenvolvidas ações de monitoramento participativo da qualidade da água, reflorestamento ciliar, capacitação técnica e educação ambiental, além de estruturação da Rede Ambiental do Tapacurá, para promover mobilização social e influenciar políticas públicas de conservação e recuperação ambiental da bacia.

O esforço despendido nos últimos anos, na direção de se viabilizar uma gestão ambiental integrada da bacia do Tapacurá, tem gerado resultados positivos, mas ainda não suficientes para alterar substantivamente o quadro de degradação ambiental.

Evidencia-se por exemplo, a necessidade de uma gestão colegiada da bacia, com ampla participação na discussão dos conflitos e na definição das soluções. Para isso, a criação do comitê da bacia seria um importante passo a ser dado, dependendo ainda de uma postura mais pró-ativa do poder público estadual, que o viabilize.

PALAVRAS CHAVE: Gestão de Bacia; Conservação Ambiental; Proteção de Recursos Hídricos.

A GESTÃO DA ÁGUA: GESTÃO DO RECURSO OU DO MEIO NATURAL?

Maria Susana NETO

Engenheira Civil (IST), Mestre em Planeamento Regional e Urbano (UTL)

Doutoranda em Planeamento Regional e Urbano (UTL)

Universidade Técnica de Lisboa, IST- CESUR, Lisboa – susana.neto@civil.ist.utl.pt

RESUMO

A água constitui uma fonte vastíssima de serviços essenciais ao homem e à natureza. Este fluido constitui rios, lagos, aquíferos, mares e oceanos, transfere recursos através do subsolo e da atmosfera, alimenta os ecossistemas e respectivas espécies, suporta os ciclos bio-geo-químicos, incorpora os nossos alimentos e integra o nosso organismo, garantindo a nossa sobrevivência.

Desde sempre um factor de florescimento de civilizações, a presença da água é imprescindível à vida, em todos os sentidos. Os sistemas de aprovisionamento e constituição de reservas de água são indissociáveis de todos os sistemas humanos construídos, em diversas escalas e tecnologias. No entanto, nem sempre a dimensão 'natural' deste bem tem sido valorizada, para além da sua utilização como recurso.

Esta Comunicação procura realçar os fundamentos que levam actualmente a uma abordagem que privilegia a água como meio natural, mais do que como mero recurso do desenvolvimento humano. Os serviços ambientais prestados pelos meios hídricos, a manutenção do equilíbrio de espécies e habitats dependentes de boas condições ecológicas desses meios e a *renaturalização* dos sistemas hidrológicos constituem objectivos centrais da gestão da água, à luz dos enquadramentos legislativos mais recentes, em particular na Europa. Pretende-se, assim, reafirmar e justificar a necessidade de considerar a água como entidade global integradora e integrante dos ciclos naturais, como condição essencial para atingir aqueles objectivos.

Palavras-Chave: Gestão integrada da água; Sustentabilidade; Governância da água; Ecohidrologia; Vulnerabilidade

Key-Words: Integrated water management; Sustainability; Water Governance; Ecohydrology; Vulnerability;



TEMA 6

QUADRO NORMATIVO E INSTITUCIONAL

ESQUEMA ORGANIZACIONAL DO SERVIÇO DE ÁGUA NOS CENTROS SECUNDÁRIOS

Anita Djaló

abril 2004

*Projecto da Hidráulica
Rural e Semi-Urbana
de Bafatá – 8ª FED*

PERPETUAR O SERVIÇO DE ÁGUA EM MEIO SEMI-URBANO

A instauração de um quadro contratual e regulamentar tem por objectivo de:

- ❖ **Responsabilizar** os operadores do serviço de água
- ❖ Assegurar um **acompanhamento aproximado e permanente** de suas actividades
- ❖ Favorecer o desenvolvimento de uma **capacidade financeira** para a renovação dos equipamentos de bombagem de água

O esquema da instauração

- ❖ Capitaliza a experiência adquirida em 13 centros semi-urbanos
- ❖ Tem em conta as capacidades actuais dos actores em presença
- ❖ Respeita os constrangimentos de ordem social inerentes ao desenvolvimento no meio semi-urbano
- ❖ Encoraja a instalação de quadros de concertação e de arbitragem aos níveis variados

Quatro textos regulamentares vão doravante governar a instauração do serviço de água nos centros secundários da Guiné-Bissau:

- ❖ Decreto-Lei que define o Regime Jurídico do abastecimento de água nos centros secundários
- ❖ Decreto-Lei que estabelece a obrigação de assinar um Contrato de Concessão com a DGRH para instauração de um serviço remunerado de distribuição de água nos centros secundários
- ❖ Decreto-Lei criando um Fundo Nacional de Água, a instituição autónoma cuja vacação é de segurar a poupança destinada à renovação das instalações e gerir os recursos destinados ao seguimento e controlo dos concessionários
- ❖ Deliberação que define o preço máximo de venda da água às populações
- ❖ Deliberação que define o montante das taxas pagas pelos concessionários e destinados a financiar o seguimento das suas actividades

Durante os próximos anos
70 Aduções de Água Potável
beneficiarão deste dispositivo

CONTRATO DE EXPLORAÇÃO

Uma Associação é reconhecida '**de Interesse Hídrico**' quando posiciona-se como:

- ❖ um grupo de **utentes motivados** para o desenvolvimento dum serviço público
- ❖ um **parceiro** da DGRH no seguimento do concessionário
- ❖ o **arbitro** dos conflitos entre o concessionário e os utentes ou a DGRH
- ❖ o **gestor da poupança** gerada pelo serviço da água

O concessionário é uma pessoa física ou moral, aprovado pela colectividade e cuja a **responsabilidade** é comprometida claramente

O concessionário é autorizado de **vender a água**, nas seguintes condições:

- ▶ *respeitar a tarifa máxima fixada pela a DGRH*
- ▶ *verter uma taxa destinada a financiar o seguimento de seu contrato*
- ▶ *gerir um volume de poupança mínimo*
- ▶ *respeitar certos objectivos de qualidade de prestação de serviço*
- ▶ *assegurar a cobrança dos custos do funcionamento e da manutenção do sistema*

Uma associação identifica e apoia
Um concessionário
quem assina Um contrato com a DGRH

No caso de incompetência do concessionário, a **continuidade do serviço** é protegida.

- ❖ É a DGRH que interrompa o contrato:
ela evita à associação um conflito de ordem social
- ❖ A associação fica parceiro da DGRH:
ela identifica um novo concessionário

o conceito da Associação de Interesse Hídrico é definido pelo artigo 41 do Decreto-Lei 5-A/92 do Código de Água

CAPACIDADES PARA DESENVOLVER...

A formalização por contrato
da exploração das obras hidráulicas
em meio semi-urbano

Constitui
**um acto importante
para a continuidade do serviço da água**

O quadro instaurado
deve ser consolidado
por diversas acções de acompanhamento

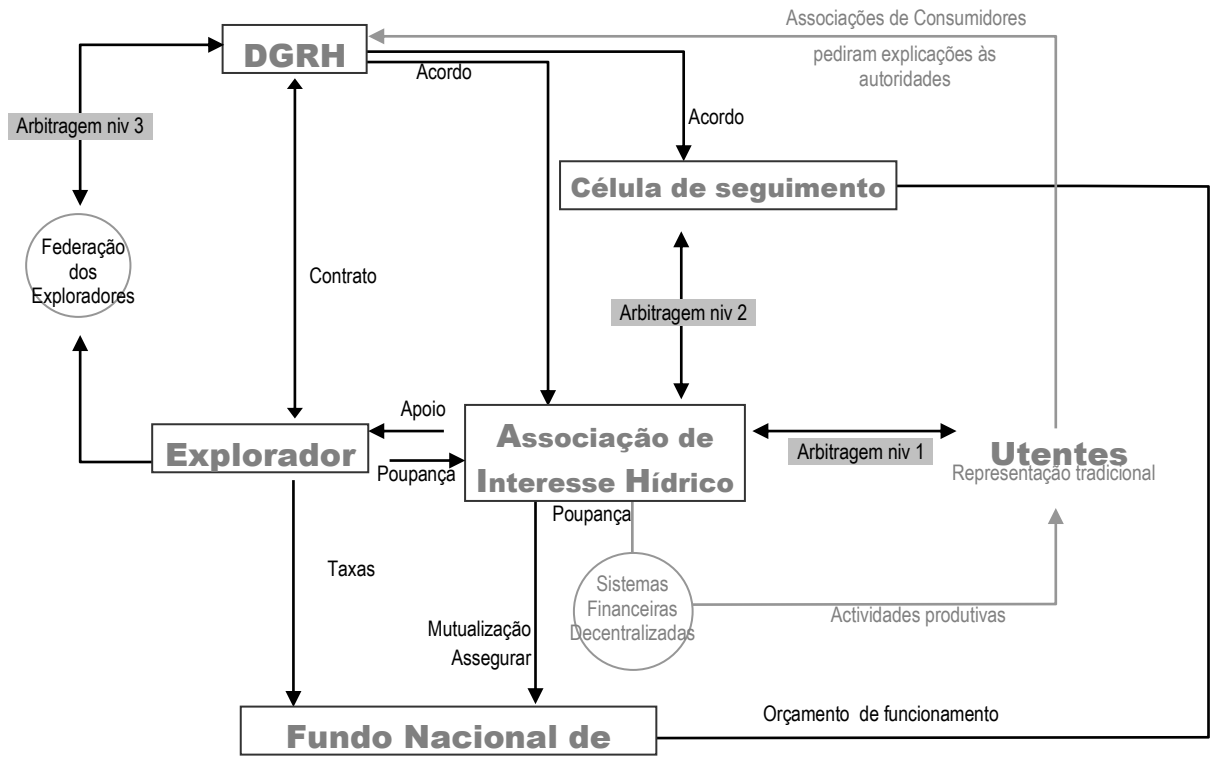
O projecto da DGRH é harmonizar as estratégias de desenvolvimento ou serviço de água e facilitar assim a capitalização das experiências.

A instauração pelos parceiros de desenvolvimento de acções de acompanhamento apropriadas contribuirá para reduzir os factores de riscos que podem fragilizar esta iniciativa..

- Desenvolvimento das **capacidades da DGRH** em matéria de seguimento e de conselho
- Desenvolvimento da **capacidade profissional dos concessionários**
- **Segurança da poupança** gerada num contexto bancário frágil
- Instaurado um esquema flexível de **gestão das taxas** destinadas a financiar o seguimento dos concessionários
- Desenvolvimento das **capacidades financeiras** por Mutualização da Poupança

... com apoio
dos parceiros
do desenvolvimento

ESQUEMA DE INSTAURAÇÃO DO SERVIÇO DE ÁGUA NOS CENTROS SECUNDÁRIOS



O esquema comporta **três níveis de arbitragem**, relativos ao:

1. uso de água (pagamento, acesso aos pontos de distribuição, ...)
2. contrato de exploração (manutenção das instalações e das redes, desempenho da venda, volume de poupança gerado...)
3. às condições da instauração do serviço da água (taxas, objectivos da performance, tarifa de água...)

O **Fundo Nacional de Água** é

1. Dotado de uma autonomia de gestão
2. Dirigido por um Conselho de Administração onde os representantes da sociedade civil são majoritários

A **Célula de seguimento** é uma estrutura técnica independente

1. Aprovado pela DGRH para assegurar o seguimento dos contratos de exploração
2. Financiada pelo Fundo Nacional de Água a partir das taxas pagadas pelos exploradores

COOPERAÇÃO NO ÂMBITO DA COMUNIDADE DE PAÍSES DE LÍNGUA PORTUGUESA (CPLP) PARA A PREVENÇÃO E GESTÃO DE CHEIAS E DE SECAS

CONTRIBUIÇÃO PARA A APLICAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA-QUADRO DE ACÇÃO DE HYOGO 2005 – 20015 "PROMOVER A RESILIÊNCIA DAS NAÇÕES E DAS COMUNIDADES AOS DESASTRES"

António GONÇALVES HENRIQUES

*Investigador-Coordenador, LNEC, DHA, Av. do Brasil, 101, 1700-066 LISBOA, +351 218 443 822, aghenriques@lnec.pt
Professor Associado Convidado do IST, Dep Engenharia Civil e Arquitectura, Av. Rovisco Pais, 1049-001 LISBOA, +351 218 418 146, agh@civil.ist.utl.pt*

Nos últimos anos os desastres naturais, e em particular os que são causados por cheias e por secas, têm afectado as populações de todo o mundo com intensidade crescente, que se traduz num elevado número de mortes e desaparecidos, feridos e desalojados, bem como em avultados prejuízos materiais. Os orçamentos para fazer face às situações de emergência e ajuda humanitária têm disparado e são sempre insuficientes para acorrer a todas as situações. Assim, os esforços para estabelecer medidas de prevenção mais eficazes e melhorar os programas de emergência têm mobilizado as autoridades dos países afectados, as agências de financiamento e as organizações de apoio humanitário, visando, fundamentalmente, reduzir os riscos dos desastres e a vulnerabilidade das populações atingidas. Destaca-se, em particular, a Conferência Mundial sobre a Redução de Desastres, que teve lugar em Kobe, Hyogo, no Japão, em Janeiro de 2005, onde foram adoptados a Declaração de Hyogo e o Programa de Acção 2005-2015 "Promover a Resiliência das Nações e das Comunidades aos Desastres".

Reconhece-se hoje a redução dos desastres é uma componente essencial do desenvolvimento sustentável. De facto, a Declaração do Milénio, adoptada em Setembro de 2000 pela Assembleia-Geral das Nações Unidas (Resolução 55/2), estabelece a intensificação da cooperação internacional para reduzir o número e os efeitos dos desastres naturais e provocados pela actividade humana, como forma de implementar os objectivos de desenvolvimento humano. Por outro lado, o Plano de Implementação adoptado na Cimeira Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável que teve lugar em Joanesburgo em Agosto-Setembro de 2002 reconhece que a gestão da vulnerabilidade e do risco de desastres são elementos essenciais da estratégia de desenvolvimento sustentável (parágrafo 37). O tema "vulnerabilidade, redução dos riscos e gestão de desastres" foi incluído no programa plurianual da Comissão de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas para o biénio 2014-2015.

De uma maneira geral, os danos provocados pelas cheias e pelas secas podem ser substancialmente reduzidos se forem adoptadas medidas de prevenção (incluindo a previsão da ocorrência destes fenómenos extremos) e implementados programas de emergência. Um estudo do Banco Mundial mostra que os custos das medidas de prevenção e dos programas de emergência são substancialmente inferiores aos custos evitados. No entanto, para que tais medidas sejam eficazes, é necessário analisar os registos dos desastres ocorridos, designadamente os dados relativos ao respectivo impacto em termos de perdas de vidas humanas, dimensão da população afectada e prejuízos económicos.

A Comunidade de Países de Língua Portuguesa (CPLP) deverá, em nossa opinião, constituir uma instância de cooperação para a gestão do risco de desastres naturais, em particular de cheias e de secas, tendo em conta que a generalidade dos países são vulneráveis à ocorrência deste tipo de desastres, e que, nas últimas décadas, foram desenvolvidas capacidades em alguns dos países que deverão ser partilhadas.

Apresenta-se a análise das cheias e das secas catastróficas no conjunto dos países da CPLP realizada recorrendo à base de dados EM-DAT – Emergency Disasters Data Base.

A análise mostra que Moçambique e o Brasil se destacam por serem assolados por cheias muito violentas causando um elevado número de mortes. Referem-se, em particular, as cheias que ocorreram em Moçambique, em Fevereiro de 2000, nas regiões Centro e Sul, que provocaram 800 mortes e afectaram um milhão e meio de pessoas. Destacam-se também as cheias que ocorreram no Brasil em 1988, correspondentes a dois eventos distintos, que provocaram 589 mortes e afectaram mais de três milhões de pessoas.

Para o período de 1980 a 2004, para o conjunto da CPLP, registaram-se, em média, 145 mortes por ano e foram afectadas mais de 575 000 pessoas por ano devido a cheias. As cheias têm um impacto económico muito significativo em Moçambique (cerca de 1% do PIB, em média).

A análise de secas permite destacar as que ocorreram em Moçambique: a seca de 1984 provocou 100 000 mortes e afectou cerca de 2,5 milhões de pessoas; a que ocorreu em 1980 afectou 6 milhões de pessoas. Destacam-se também as secas que ocorreram no Brasil: em 1983, no Nordeste, que afectou 20 milhões de pessoas (e causou 20 mortes), e em 1998, que afectou 10 milhões de pessoas. Refere-se ainda a seca que afectou o Centro e o Sul de Angola, em 1989, que afectou 2,2 milhões de pessoas.

No âmbito da CPLP considera-se de grande oportunidade o lançamento de um programa de cooperação visando a troca de informação e de experiências com vista a desenvolver programas de previsão de cheias e de secas e de quantificação dos respectivos efeitos, e programas de emergência, para prevenir e mitigar os efeitos das cheias e das secas, incluindo a cooperação para auxílio às populações potencialmente afectadas.

Propõem-se as bases em que consideramos que esse programa deveria ser desenvolvido, beneficiando da informação e das capacidades científicas e técnicas do conjunto de países da CPLP. Esse programa poderia contribuir para a aplicação e desenvolvimento do Programa de Acção de Hyogo referido.

O SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ, BRASIL: AVALIAÇÕES E PROPOSTAS

FRANCISCO José C. Teixeira

Eng. Civi -, Consultor do Ministério da Integração Nacional, Rua Bento Albuquerque, 1190, Edifício Medina – 7º Andar, Aptº 701, – Cocó, Fortaleza, Ceará, Brasil, CEP 60.190-080, tel. (+55) 85.3265.3377 fax. (+55) 85.3273.4913, fjcteixeira@hotmail.com, fjcteixeira@superiq.com.br

José NILSON B. Campos

Eng.º Civil, Professores do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, UFC, Campus do Pici, Centro de Tecnologia, Bl. 713, Fortaleza, Ceará, Brasil, 60.451-970, (85)3288.9623, nilson@ufc.br

TICIANA M. de Carvalho Studart

Eng.º Civil, Professores do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, UFC, Campus do Pici, Centro de Tecnologia, Bl. 713, Fortaleza, Ceará, Brasil, 60.451-970, (85)3288.9623, ticianam@ufc.br

Maria INÊS Teixeira Pinheiro

Eng.ª Civil, Gerente de Monitoramento/Desenvolvimento Institucional da Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará, SRH, Av. General Afonso A. Lima, S/N Centro Administrativo – Cambéa, Edifício SEDUC – Bloco C – 1º Andar, Fortaleza, Ceará, Brasil, 60.819-900, (85) 3488.8555, ines@srh.ce.gov.br

RENATA M. Luna

Eng. Civil - Doutoranda Eng. Civil- Recursos Hídricos – Depto de Eng. Hidráulica e Ambiental- Universidade Federal do Ceará - Campus do Pici- Bloco 713 - Fortaleza-CE-Brasil – tel.(+55) 85.32889770, renataluna@secrel.com.br

RESUMO

O Ceará é um dos estados brasileiros que possui um arcabouço institucional mais bem definido, para o setor de recursos hídricos, do país. Nesta estrutura, cabe à Companhia de Gestão de Recursos Hídricos - COGERH a atribuição de gerenciar as águas de domínio estadual, desenvolvendo atividades de caráter técnico e operacional. À Secretaria dos Recursos Hídricos, por meio de sua Coordenadoria de Gestão de Recursos Hídricos – CGERH, cabe as atribuições de coordenação da gestão, regulamentação e do poder de polícia sobre as águas, sendo responsável pela expedição de outorgas de uso dos recursos hídricos e licenças para construção de obras hidráulicas.

Apesar do atual modelo vir funcionando a contento, no que tange ao processo descentralizado e participativo de alocação da água, implementado pela COGERH, muito há por avançar no sentido de alcançar uma gestão compartilhada dos recursos hídricos.

Sendo assim, este trabalho tem como principal estabelecer um modelo de organismo, através do aperfeiçoamento (ou não) do “modelo COGERH”, que desempenhe, dentro dos princípios da integração, descentralização e participação, o papel de agência de água das bacias hidrográficas do Estado do Ceará.

Para se atingir o objetivo proposto, faz-se uma abordagem inicial sobre a caracterização das funções hídricas e de modelos institucionais de recursos hídricos, distinguindo-se os conceitos de órgão gestor e de agência de água. Em seguida, são apresentados os aspectos inerentes aos modelos institucionais de recursos hídricos estabelecidos por outros países. São, ainda, analisadas algumas experiências de órgão gestor e de agência de água no âmbito do Brasil.

Uma vez que a pesquisa tem como foco o Estado do Ceará, desenvolve-se uma análise sobre suas peculiaridades hidrológicas, sociais, econômicas, legais e institucionais que condicionam a concepção do modelo de agência de água local e sobre quais medidas que poderiam legitimar o órgão gestor como agência de água.

PALAVRAS-CHAVE: Gerenciamento, Recursos Hídricos, Modelo Institucional, Ceará, COGERH,

MODELO DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS DO BRASIL: ABORDAGEM COMPARATIVA ENTRE OS MODELOS DA FRANÇA E DO BRASIL

Jorge Luis Z. TARQUI

*Dr. Eng. Recursos Hídricos, UCSal e PEC-UNEB, R. Flamengo Qd. 7 lot. 03 casa 01, bairro Itapuã, Salvador, Bahia, Brasil, 41635480,
jlztarqui@yahoo.com.br*

RESUMO

No modelo de gestão de Recursos Hídricos se destaca a participação da sociedade no processo decisório, mediante o Comitê de Bacia. No entanto, constata-se um impasse entre a emissão das leis de gestão dos Recursos Hídricos e aplicação das mesmas, seja na sociedade ou a nível institucional. Neste sentido, é interessante fazer uma análise da aplicação das Políticas de Recursos Hídricos, vislumbrando a sua relação com a organização da administração pública para identificar os fatores políticos-institucionais que impedem a participação da sociedade, na sua plenitude, na gestão dos recursos hídricos. Inicia-se a discussão mediante um levantamento das principais diferenças no aspecto institucional do modelo aplicado na França e no Brasil. Na França, o longo processo de planejamento regional - o qual sofreu ao longo do tempo mudanças profundas com a finalidade de reverter distorções regionais de desenvolvimento, culminando com a aplicação de um modelo fundamentado no desenvolvimento local, instituído com as aprovações das leis de descentralização - favoreceu a aplicação de um modelo de gestão dos recursos hídricos, devido à transferência do poder decisório -sobre setores ligados com a gestão dos recursos hídricos - das instâncias mais elevadas para unidades administrativas menores (município e departamento).

No Brasil, são comentados os diferentes modelos de desenvolvimento aplicados no território e sua relação com a evolução dos modelos de gestão de recurso hídricos, descreve-se a estrutura administrativa, centralizada, como um limitante da aplicação de um modelo de gestão descentralizado do poder decisório, no nível da bacia.

O atual modelo de gestão dos recursos hídricos considera como espaços de participação da sociedade e descentralização do poder decisório o contexto da bacia hidrográfica, então no nível regional, dependendo da escala da bacia. Não existe uma estrutura transferência das demandas e problemas do nível municipal (local) para o nível regional (bacia hidrográfica). Paralelamente, no nível local (municipal), existe uma necessidade da abordagem das questões ambientais no processo do planejamento municipal devido à promulgação do Estatuto da Cidade e o processo de descentralização de alguns setores como turismo e agricultura.

Como propostas são discutidos os temas da descentralização e dos consórcios intermunicipais como alternativas de viabilidade do atual modelo. A implementação de um modelo de gestão de recursos hídricos restrito ao meio físico será incompleta, deve-se ter claro que a gestão dos recursos percorre um caminho transversal com outros setores, inseridos nos âmbitos econômicos e sociais. Acredita-se que o processo de descentralização do poder decisório e da criação de novos espaços como os consórcios intermunicipais representarão os principais mecanismos reais que facilitem a aplicação desta Política. Estaríamos frente a uma nova cultura de gestão do ambiente. Neste sentido, a base de aplicação dessa nova cultura radica na construção de novos sistemas políticos-administrativos que permitam a participação da sociedade, dentro de um exercício decisório de baixo para cima.

PALAVRAS-CHAVE: participação, planejamento, descentralização.

EXPERIÊNCIAS NO MODELO DE GESTÃO PARTICIPATIVA DOS RECURSOS HÍDRICOS – COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO, BRASIL

José Almir CIRILO, Marcelo Cauás ASFORA, Yvonilde Medeiros DANTAS e Luiz Carlos FONTES

1 ASPECTOS GERAIS

O trabalho em questão apresenta e discute as principais ações e acontecimentos do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco em seus três anos de existência, na visão dos autores, que participam como membros da diretoria do comitê e como coordenadores de câmaras técnicas. Apesar da ainda breve existência, o Comitê, composto por sessenta membros titulares e igual número de suplentes, tem tido um trabalho árduo e rico em experiências, por força da importância da bacia do rio São Francisco e de questões vitais pendentes, como o planejamento dos usos múltiplos de suas águas, a necessidade de revitalização da bacia, a demanda por transferência de águas destinada a outras regiões.

A bacia do rio São Francisco tem cerca de 640.000 km² de área distribuída em seis estados brasileiros mais o Distrito Federal. Apresenta enorme variação de clima, relevo, solos, cobertura vegetal, ocupação humana, agrícola e industrial. A composição do Comitê busca retratar a diversidade regional, cultura, étnica, dos setores de produção, em síntese, o extrato social presente na bacia. Suas ações se estendem além das reuniões plenárias, como consultas públicas e atividades técnicas contínuas, desenvolvidas tanto por membros do Comitê como por convidados de universidades, órgãos gestores estaduais, empresas públicas e privadas que se agregam ao trabalho, sem nenhuma remuneração, no propósito da causa comum de servir aos interesses da sociedade.

Palavras-chave: comitê de bacia, gestão participativa, rio São Francisco, conflitos de uso da água.

2 O SISTEMA BRASILEIRO DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS

Em 1997 foi sancionada a Lei nº 9.433, a qual instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, referenciada popularmente como Lei das Águas, tendo como um de seus princípios a adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento. No âmbito da Lei foi criado o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos, no qual se organiza estruturalmente a gestão dos recursos hídricos no país por bacia hidrográfica, tendo como integrantes o Conselho Nacional de Recursos Hídricos, os Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados, órgãos dos poderes públicos federal, estaduais e municipais cujas competências se relacionam com a gestão de recursos hídricos, os Comitês de Bacias Hidrográficas e as Agências de Água.

3 CONFLITOS POTENCIAIS NO APROVEITAMENTO DAS ÁGUAS DA BACIA

A vazão média na foz do rio São Francisco é de aproximadamente 2.850 m³/s. Para se obter uma vazão garantida para fins de geração de energia, foram construídos dois grandes reservatórios de regularização na calha do rio São Francisco: Três Marias e Sobradinho. O primeiro acumula até 19 bilhões de m³ e regulariza uma vazão de 517m³/s. O segundo tem capacidade de 34 bilhões de m³ e

regulariza uma vazão de 1.815m³/s, quando somada à regularização de Três Marias. Considerando-se essas vazões regularizadas, estima-se a vazão com 95% de garantia na foz do rio em 1.850m³/s.

Atualmente as outorgas de direito de uso da água já emitidas para os rios perenes da bacia do rio São Francisco representam um potencial consumo de 335 m³/s. Estudos considerados pelo plano da bacia, no entanto, indicam um consumo efetivo atual de 91 m³/s, ou seja, 27% do consumo outorgado. Esta diferença sinaliza no sentido de reavaliar os procedimentos e critérios de outorga, apropriando a água de forma mais eficiente às necessidades hídricas dos empreendimentos, bem como revisando as outorgas já emitidas.

4 O COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO – MOTIVAÇÃO

A criação do CBHSF envolveu a mobilização de aproximadamente seis mil pessoas em processo único na história do país. Foram realizados, entre maio e junho de 2002, 37 encontros regionais de sensibilização e mobilização, espalhados pela bacia, que resultaram na eleição, em outras 27 reuniões, dos 60 membros titulares e outros 60 suplentes.

Entre as ações desenvolvidas pelo comitê no período maio de 2004/maio de 2005, merecem destaque:

- Organização para suporte às decisões do comitê, a partir do trabalho voluntário de dezenas de profissionais de renome que se incorporaram ao trabalho das câmaras técnicas;
- Acompanhamento, mudanças e aprovação do plano decenal da bacia;
- Definição de diretrizes para o uso das águas da bacia a partir das análises, proposições, recomendações e conclusões do plano;
- Ação continuada em prol da revitalização da bacia;
- Esforço para negociar os conflitos de uso, notadamente aqueles relacionados à transferência de água para usos externos à bacia.

Este primeiro mandato dos membros do comitê foi marcado principalmente pelo conflito de interesses definidos por duas grandes metas:

- Criação de um grande programa de revitalização da bacia
- Transposição de água do rio São Francisco para regiões semi-áridas do Nordeste externas à bacia.

A luta por um programa estruturado de revitalização da bacia hidrográfica, dadas as décadas de agressões ao meio ambiente ocorridas, tem sido a principal bandeira de luta levada pelas organizações sociais aos seus representantes no comitê. Por outro lado, a representação do governo federal empenhou-se durante todo o período em evitar o surgimento de quaisquer barreiras que viessem a comprometer a realização da transferência de águas para as regiões externas.

Concluído o plano, entre outras deliberações o comitê aprovou resolução segundo a qual o uso externo estava condicionado apenas ao abastecimento humano e animal, devidamente comprovada a necessidade. Essa decisão gerou um conflito de interesse com o governo federal, que recorreu ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos, conseguindo ganho de causa contra a restrição aos usos externos. O Ministério de Integração Nacional pretende iniciar as obras neste ano, não obstante ações jurídicas e pesadas manifestações públicas em contrário.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Da nossa participação no Comitê da Bacia do rio São Francisco, adquirimos a percepção da complexidade do processo de decisão, dado que a decisão demanda que sejam levadas em conta diferentes dimensões: institucionais, legais, ambientais, políticas e econômicas, sujeitas a múltiplas

intencionalidades, relações de força e poder; envolve esforços no sentido da busca de consensos entre os diversos grupos e indivíduos que têm interesses sociais, econômicos e políticos, em geral conflitantes.

O modelo de gestão dos recursos hídricos, baseado na participação da sociedade, resulta em processo amplo de negociação entre os atores sociais envolvidos configurando-se como rede social. Somente essa realidade permitirá a construção de alternativas viáveis nos campos técnico e social e politicamente legítimas.

A IMPORTÂNCIA DOS MODELOS DE APOIO À DECISÃO PARA A IMPLEMENTAÇÃO DA DIRECTIVA QUADRO DA ÁGUA

Maria da Conceição CUNHA

Professora Auxiliar com Agregação, FCTUC, Polo II da Universidade – Pinhal de Marrocos, 3030-290, Coimbra, mccunha@dec.uc.pt

Liliana PINHEIRO

Bolseira , LNEC, Avenida do Brasil, 1800-213 Lisboa, lpinheiro@lnec.pt

Pedro AFONSO

Professor Adjunto, ISEC, Quinta da Nora, 3030-199, Coimbra, pafonso@mail.isec.pt

Joaquim SOUSA

Professor Adjunto, ISEC, Quinta da Nora, 3030-199, Coimbra, jjoseng@mail.isec.pt

RESUMO

A partir do início da década de setenta, depois da Cimeira de Estocolmo e do Relatório do Clube de Roma, tornaram-se cada vez maiores as preocupações com o ambiente a nível mundial. A União Europeia, através dos vários Programas de Acção na área do ambiente (presentemente está em curso o sexto programa deste tipo) patrocinou o desenvolvimento de políticas em várias sectores, nomeadamente no sector da água. Identificaram-se acções prioritárias e houve iniciativas, entre as quais um largo número de directivas, para reduzir a poluição e aumentar a qualidade da água. No entanto, no final dos anos noventa, verificou-se que as diferentes iniciativas tinham levado a uma abordagem segmenta, e por vezes contraditória, dos problemas da água. Daqui resultou uma reflexão que deu origem à Directiva Quadro da Água (DQA) aprovada em 2000, através da qual fica consignada uma abordagem integrada dos problemas da água. Esta Directiva substitui várias directivas anteriores, usando uma abordagem holística para a gestão da água. A obrigatoriedade de se atingir o “bom estado” de todas as águas até 2015 é disso um exemplo. A implementação da DQA vai constituir um grande desafio, mas será sem dúvida um marco no que diz respeito à política da água na Europa. A legislação portuguesa estabelece limites de emissão para os efluentes lançados em águas superficiais. No entanto, a abordagem combinada prevista na DQA vai para além do controlo do limite das emissões, pois vem acrescentar a observação de indicadores para cada corpo de água. É também importante relembrar o princípio do utilizador-pagador presente na DQA, pelo qual os estados membros deverão desenvolver políticas de estabelecimento dos preços em que todos os utilizadores contribuam de forma adequada (mas não obrigando a uniformizar os preços da água na Europa). Os preços irão variar conforme as áreas, em função de diversos factores.

Do que se acaba de enunciar fica patente a necessidade de se mudarem as práticas correntes de gestão da qualidade das águas. A complexidade de que se revestirão as intervenções necessárias para a implementação da DQA obrigam a que se usem todos os instrumentos que possam contribuir para o seu sucesso. A União Europeia criou diversos grupos de trabalho que produziram documentos para a definição de uma estratégia comum para a implementação da DQA, nomeadamente o documento “Best practices in river basin planning - Guidance on the planning process”. Neste documento são referidas as ferramentas de apoio à decisão, como uma das ferramentas que contribuirá para operacionalizar a DQA. Estas técnicas contudo não substituem o processo de decisão em que estão presentes vários objectivos e prioridades e em que há necessidade de consideração de diferentes grupos de interesse. A construção de modelos de apoio à decisão obriga, no entanto, a uma análise estruturada dos problemas que é extremamente proveitosa para a sistematização de todas as vertentes envolvidas nos processos de decisão. A análise multicritério pode dar um forte contributo para a fase de planeamento estratégico pela possibilidade de em simultâneo serem considerados os

aspectos físicos, ambientais, legais, económicos, sociais, etc. A programação matemática pode dar um forte contributo para a fase de planeamento operacional (podendo no entanto ser importante para avaliar alternativas relativamente a alguns critérios no processo de análise multicritério) pela possibilidade de arranjar soluções técnicas detalhadas (tendo no entanto em conta todos os aspectos físicos, ambientais, sociais).

Nesta comunicação apresenta-se um modelo de apoio à decisão, ao nível operacional, para a resolução integrada de problemas de drenagem e tratamento de águas residuais ao nível regional. Vários modelos de decisão têm sido desenvolvidos para a gestão da qualidade da água em rios. Há várias obras de referência que abordam este tema e desde o fim dos anos setenta apareceram vários trabalhos marcantes que lhe são dedicados. A literatura inclui também modelos de optimização para o dimensionamento e a localização da rede de colectores/interceptores ou emissários (no texto que se segue vai passar-se a usar o termo colectores para designação de qualquer sistema de colecta) e das estações de tratamento que permitem resolver o problema de drenagem e tratamento de águas residuais numa bacia hidrográfica. No entanto, os primeiros modelos desta família não tiveram a preocupação de avaliar a qualidade dos meios receptores após as descargas das estações de tratamento, aspecto que é fundamental para o cumprimento da DQA. As grandes evoluções quer nos meios computacionais quer nos métodos de optimização verificadas nos últimos anos, obriga a que se faça uma reapreciação das novas possibilidades disponíveis para a resolução dos problemas de drenagem e tratamento a nível regional.

O modelo de apoio à decisão apresentado nesta comunicação permite determinar a localização e as dimensões óptimas do conjunto de estações de tratamento e da rede de colectores a instalar (a custo mínimo) para resolver o problema de drenagem e tratamento de águas residuais a nível regional, tendo em consideração o futuro cumprimento da DQA e que tira partido das mais recentes evoluções havida quer ao nível algorítmico, quer ao nível das capacidades computacionais. O modelo de apoio à decisão desenvolvido incorpora explicitamente um modelo de simulação da qualidade da água. A determinação do oxigénio dissolvido considera os seguintes processos: rearejamento atmosférico, fotossíntese, respiração animal e vegetal, trocas com o fundo, oxidação da matéria orgânica carbonatada e nitrificação. Consegue-se avaliar os efeitos das descargas das diferentes opções de localização e de dimensões das ETARs nos meios hídricos receptores. A relação entre o custo e a qualidade da água atingida varia desde baixos custos e violações dos limites de qualidade até bons resultados em termos de qualidade da água e custos mais elevados. A utilização deste modelo de apoio à decisão permite definir entre as inúmeras soluções que podem ser adoptadas, aquela que corresponde ao custo mínimo (tirando partido das economias de escala) e que cumpre os parâmetros de qualidade do meio receptor que são adequados às suas funções. A obtenção da solução optimizada é efectuada através de um algoritmo baseado no método do recozimento simulado. Trata-se de um método de pesquisa aleatória que sob certas condições converge para a solução óptima global. A resolução deste modelo para um cenário teste permitiu verificar o bom desempenho do método do recozimento simulado e a variação das soluções em termos de opção de localização das estações de tratamento e da correspondente rede de colecta, em função da maior ou menor exigência nos valores dos parâmetros de controlo da qualidade dos meios hídricos.

A AGÊNCIA DE ÁGUAS DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL PROCESSO DE INSTALAÇÃO

ROBERTO Carneiro de Moraes

Engenheiro civil (FESP – 1992), Especialista em Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas, Brasília, DF, Brasil, roberto@ana.gov.br

WILDE Cardoso Gontijo Júnior

Engenheiro civil e eletricitista (UnB – 1984/2003), especialista em gestão ambiental (UFSCar – 2003), mestrando em Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais (UnB – 2004/5), Especialista em Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas, Brasília, DF, Brasil, wilde@ana.gov.br

RESUMO ALARGADO

No Brasil, o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos – SINGREH é fundamentado nos conceitos da Lei n.º 9.433, ou seja, a adoção da bacia hidrográfica como unidade territorial de gestão, a gestão descentralizada e a participação do poder público, dos usuários e das comunidades no processo de deliberação sobre esta gestão.

O SINGREH reúne as seguintes entidades: a) Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH; b) Agência Nacional de Águas; c) Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos; d) Comitês de Bacias Hidrográficas; e) Órgãos públicos relacionados à gestão de recursos hídricos; f) Agências de Água.

Os Comitês de Bacia constituem-se na base do Sistema de Gerenciamento onde devem ser promovidos os debates sobre as questões relacionadas à gestão dos recursos hídricos sendo, por esta razão, chamados por muitos de "Parlamento das Águas", dadas as suas atribuições normativas, consultivas e deliberativas.

Como fórum de discussões e deliberações necessitaria o Comitê de uma secretaria executiva para implementar as decisões tomadas no seu âmbito: a legislação previu, para esse atendimento, a criação das Agências de Água das Bacias.

A bacia hidrográfica pioneira na implantação de sua Agência é a bacia do rio Paraíba do Sul, situada entre as duas maiores metrópoles brasileiras - São Paulo e Rio de Janeiro, abrangendo ainda áreas do território de Minas Gerais. Nesta Bacia foram criados e instalados um Comitê – CEIVAP e uma Agência de Águas – AGEVAP.

Com área total de 54 mil km², 180 municípios, geração de 12% do Produto Interno Bruto brasileiro, fonte de abastecimento da cidade do Rio de Janeiro com aproximadamente 10 milhões de habitantes, áreas extremamente degradadas devido à vulnerabilidade do seu solo, trechos de rio bastante comprometidos pelo esgotamento doméstico e industrial lançados sem o devido tratamento, além de um conjunto de reservatórios responsáveis por geração hidrelétrica e pelo abastecimento de água a diversas cidades, esta Bacia possui condições críticas para verificar a adequação do sistema de gestão brasileiro à solução dos conflitos e para o desenvolvimento de ações de recuperação.

Segundo senso comum na comunidade envolvida no sistema de gestão de recursos hídricos a Agência de Águas deveria ser eficiente na execução dos seus atos, eficaz na resolução dos problemas e ser reconhecida sua efetividade nas ações para a melhoria da qualidade e da disponibilidade das águas na Bacia. A legislação buscou garantir esses três quesitos por meio de mecanismos de controle previstos tanto na lei n.º 9.433 quanto na lei n.º 10.881: a) para que a Agência fosse eficiente e aplicasse os seus recursos prioritariamente em atividades de gestão ou em ações estruturais foi limitado o gasto com a operação e manutenção da Agência em 7,5% do valor total arrecadado; b) para a garantia da eficácia e da efetividade, além de monitoramento da eficiência da entidade, seria celebrado um Contrato de Gestão, com metas e indicadores de desempenho pactuados entre a ANA, o CEIVAP e a Agência, que buscasse esse atendimento.

O objeto do Contrato de Gestão seria, então, o alcance de metas nas atividades a serem desempenhadas no exercício das funções de Agência de Águas por parte da AGEVAP, devidamente detalhadas em um Programa de Trabalho, anexo ao Contrato de Gestão.

O Contrato de Gestão garante o repasse dos recursos financeiros efetivamente arrecadados na Bacia, em conformidade com cronograma de desembolso mensal. Determina ainda as normas a serem obedecidas pela Agência, editadas pela ANA, para a seleção e o recrutamento de pessoal e para as compras de bens e serviços pela AGEVAP.

O processo de negociação e de desenvolvimento dos trabalhos observou as seguintes etapas mais importantes: a) elaboração de calendário inicial para instalação da AGEVAP onde constava a meta de celebração do Contrato de Gestão em 1º de setembro de 2004; b) desenvolvimento dos trabalhos iniciais por meio da equipe técnica da ANA e discussão no âmbito do Grupo Técnico em reuniões quinzenais; c) consolidação dos trabalhos pela equipe técnica da ANA; d) apresentação e discussão no Conselho de Administração da AGEVAP; e) apresentação e discussão nas Câmaras Técnicas do CEIVAP; f) apresentação e discussão na Assembléia Geral dos Associados da AGEVAP; g) apresentação e discussão na Reunião da Plenária do CEIVAP.

A AGEVAP é uma associação civil sem fins lucrativos, pessoa jurídica de direito privado nos termos do Código Civil Brasileiro, tendo por órgão máximo de deliberação a assembléia geral de seus associados, que necessariamente são membros do CEIVAP. O Estatuto Social estabelece a estrutura constitutiva e funcional por meio das seguintes instâncias de administração: a) Assembléia Geral; b) Conselho de Administração; c) Diretoria; e d) Conselho Fiscal.

A avaliação interna da ANA para as metas é realizada por Comissão de Avaliação constituída pela ANA, pela Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente e pelo Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão.

O aprimoramento do Programa de Trabalho com o estabelecimento de mais e melhores indicadores de desempenho deverá ser perseguido a todo o tempo pela ANA e pela AGEVAP possibilitando o entendimento e a difusão da cultura de controle por resultados. Os controles públicos são extremamente rígidos com os processos dentro da máquina pública, no entanto, ignoram muitas vezes a aferição de resultados, objeto primeiro da gestão. Dessa forma, por se tratar de iniciativas isoladas e preliminares de controle por metas e resultados, deve-se agir preventivamente junto aos organismos de controle internos e externos à ANA para a discussão e máxima divulgação do processo em andamento.

Os recursos destinados ao cumprimento do Contrato de Gestão são arrecadados na Bacia e devem estar previstos no Orçamento Geral do Governo Federal, a cada ano. A consignação das dotações destinadas à execução do Contrato de Gestão deverá ser realizada pela ANA, considerando as previsões de arrecadação dos recursos oriundos da cobrança pelo uso da água na Bacia do Rio Paraíba do Sul, de acordo com a proposta orçamentária anual elaborada pela AGEVAP e encaminhada à ANA nos prazos estabelecidos pelo Contrato.

O Comitê da Bacia deverá ser o grande parceiro na implementação das ações da Agência, acompanhando passo a passo o andamento dos trabalhos e discutindo alternativas de direção a serem tomadas quando não puderem ser atendidos os objetivos esperados. Ou seja, mais do que nunca, a arquitetura participativa deverá estar dinâmica e integralmente envolvida no processo de gestão.



TEMA 7

RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS

RECURSOS HIDRICOS SUBTERRÂNEOS

Abel dos Ramos VILA NOVA

Eng.º Téc. Hidráulico, Chefe de Departamento de Exploração de Água, EMAE, C.P. 46, S. Tomé, + 239 904880, abelvilanova@cstome.net

RESUMO

A presente documentação faz uma pequena e curta reflexão sobre a situação dos recursos hídricos subterrâneos em São Tomé e Príncipe, mesmo que seja pouca por falta de informações necessárias e importantes, é uma reflexão, na base de chamada de atenção as autoridades no sentido de prestar mais atenção a este tipo de recursos, e muito mais ainda com a situação em que nos encontramos com o aquecimento global do planeta em que vivemos, e as mudanças climáticas.

Faz-se referência as quantidades e qualidades dos recursos hídricos subterrâneos existentes e termina-se com uma recomendação no sentido de se realizar as pesquisas necessárias para determinar a real situação do país em relação aos seus recursos hídricos subterrâneos e não só.

Palavras-chave: Recursos hídricos subterrâneos, abastecimento de água, nascentes, furos.

USO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS PARA A SUSTENTABILIDADE DA PEQUENA AGRICULTURA NO SEMI-ÁRIDO DO NORDESTE DO BRASIL

Abelardo A. de A. MONTENEGRO

Professor do Departamento de Tecnologia Rural- Universidade Federal Rural de Pernambuco. Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n. Dois Irmãos, Recife, Brasil, +55 81 33021273, monte@hotmail.com.br.

Suzana M. G. L. MONTENEGRO

Professora do Departamento de Engenharia Civil- Universidade Federal de Pernambuco, Av. Acad. Hélio Ramos, s/n. Cidade Universitária, Recife, Brasil, +55 81 21268709, suzanam@ufpe.br

Tháisa A. de ALMEIDA

Mestranda do Programa de Pós- Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco. , Av. Acad. Hélio Ramos, s/n. Cidade Universitária, Recife, Brasil, +55 81 21267216, thaisaa@terra.com.br

Manoel L. COSTA NETTO

Assistente de Pesquisa do Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal de Pernambuco, Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n. Dois Irmãos, Recife, Brasil, +55 81 33021273, manoelcostanetto@bol.com.br.

A Região Nordeste ocupa 18,27% do território brasileiro, com uma área de 1.561.177,8 km². Deste total, 962.857,3 km² situam-se no Polígono das Secas. O Polígono é caracterizado por compreender áreas sujeitas repetidamente aos efeitos das secas. Já o Semi-Árido ocupa 841.260,9 km² de área no Nordeste e outros 54.670,4 Km² em Minas Gerais e caracteriza-se por apresentar reservas insuficientes de água em seus mananciais. No Polígono das Secas e no Semi- Árido nordestino existem enormes desafios de convivência com escassez de recursos hídricos, buscando-se o desenvolvimento de atividades produtivas para evitar o êxodo rural e diminuir o quadro de pobreza do enorme contingente populacional da área. Nesse sentido, o desenvolvimento da pequena agricultura ou agricultura familiar se destaca com sua importância para a produção de alimentos, geração de renda e manutenção do homem no campo. Embora de importância estratégica, a pequena agricultura carece de elementos fundamentais para que seja desenvolvida de forma sustentável como tecnologias apropriadas e orientação do pequeno agricultor para o manejo de maneira a minimizar impactos ambientais e incrementar a produtividade. No semi-árido do Agreste do estado de Pernambuco (Brasil) três áreas foram adotadas como piloto para estudo da utilização de águas subterrâneas na pequena agricultura. Esse trabalho enfoca a importância do conhecimento do tipo de solo para avaliação da tendência à salinização de áreas sob uso agrícola em regiões semi- áridas utilizando águas subterrâneas. São adotados dados de campo das áreas piloto e ferramentas estatísticas e geostatísticas. Os resultados indicam que áreas com solos francos são mais susceptíveis a salinização que áreas de textura franco-arenosa.

PALAVRAS-CHAVE: semi-árido, aluvião, irrigação familiar, indicador de solo, salinização.

SÉRIE TEMPORAL DA RECARGA NATURAL DE UM AQUÍFERO FREÁTICO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Antonio M. RIGHETTO

Eng.º Civil, UFRN, Caixa Postal 1524 – CEP 59072-970 Natal, RN, Brasil, righetto@ct.ufrn.br

RESUMO

Através do balanço hídrico da camada superficial de solo e propagação da água infiltrada na camada de solo não saturado foram simuladas seqüências temporais da recarga natural de um aquífero freático a partir da série temporal de precipitações diárias observadas. A área de estudo compreende a região urbana da cidade de Natal, RN, Brasil, em que o abastecimento de água à população é realizado preponderantemente através de poços de bombeamento instalados dentro do perímetro urbano. As simulações realizadas têm por objetivo analisar o processo de transferência de águas pluviais ao aquífero Dunas / Barreiras, de grande importância para a exploração sustentável deste aquífero, uma vez que a disponibilidade hídrica subterrânea nessa região depende exclusivamente da infiltração efetiva de água no solo, pois, a área é delimitada por sumidouros de fronteira: dois cursos d'água e o mar. As precipitações diárias constituem uma série temporal de um processo estocástico, com períodos longos sem chuva e períodos chuvosos, estes com grande variabilidade, registrando-se ocorrências freqüentes de precipitações diárias superiores a 150 mm na cidade de Natal e imediações. Entretanto, devido ao processo de percolação da água pluvial infiltrada na camada de solo não saturado, com espessura média em torno de 20 metros, as flutuações de fluxo de superfície são atenuadas sendo que a recarga natural do aquífero freático pode ser caracterizada como uma série temporal de um processo estocástico com variações de valores de baixa amplitude quando comparadas com as das precipitações para espessuras de solo superiores a 20 metros. Por meio da simulação numérica da transferência de água da superfície para o aquífero foi possível obter-se a série temporal da recarga, cujas características são comparáveis com a série de precipitação com influência significativa da profundidade do perfil vertical de solo não saturado. Através de comparações de respostas para algumas profundidades selecionadas, verificaram-se as magnitudes dos valores de pico, o abatimento das oscilações das recargas quando comparadas com as flutuações de precipitação, e o deslocamento dos valores de pico em relação aos de precipitação, com tempos de atraso que podem chegar a três meses para profundidades do perfil de solo da ordem de 40 m. Através dos valores de recarga em intervalos de simulação mensal, foram obtidos os valores médios mensais das recargas e as variações em torno da média, expressas pelo desvio padrão mensal.

PALAVRAS CHAVE – Aquífero urbano; Recarga; Série temporal.

METODOLOGIAS DE RECARGA ARTIFICIAL DE AQUÍFEROS

Catarina DIAMANTINO

*Mestre em Geologia Económica e Aplicada, Bolseira de Doutoramento FCT/LNEC
do Núcleo de Águas Subterrâneas do DHA/LNEC, E-mail: cdiamantino@lnec.pt
Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. do Brasil, 101,
P-1700-066 Lisboa, Tel: +351 21 844 3561 - <http://www.dha.lnec.pt/nas>*

RESUMO

Os recursos hídricos subterrâneos são nos dias de hoje uma importante fonte de abastecimento urbano, industrial e agrícola. No entanto, estes recursos podem ser afectados, por um lado, por problemas relacionados com a sua sobre-exploração, e por outro, por problemas relacionados com a degradação da qualidade da água subterrânea captada. Uma das técnicas de gestão e de protecção de aquíferos, frequentemente aplicada a nível internacional, consiste na recarga artificial, que se pode definir como a introdução de água de forma artificial para o interior de um aquífero, com o objectivo de aumentar a disponibilidade dos recursos hídricos subterrâneos e/ou de melhorar a sua qualidade. Nesta comunicação que se insere no âmbito do desenvolvimento de uma tese de Doutoramento, pretende-se apresentar uma primeira abordagem a diversos sistemas de recarga artificial de aquíferos, as condições necessárias para a sua aplicação, operação e manutenção. Apresenta-se uma breve introdução ao um caso de estudo onde se pretende aplicar um sistema de recarga artificial, o problema a resolver e a metodologia proposta.

PALAVRAS CHAVE: sistemas de recarga artificial, águas subterrâneas, métodos superficiais, métodos profundos, zona não saturada.

AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE DO SISTEMA AQUÍFERO DOS GABROS DE BEJA E ANÁLISE CRÍTICA DAS REDES DE MONITORIZAÇÃO NO CONTEXTO DA DIRECTIVA QUADRO DA ÁGUA

Eduardo A. PARALTA

*Geólogo. Bolseiro de Doutoramento da FCT. Departamento de Hidrogeologia do Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação (INETInovação), Estrada da Portela, Apartado 7586, 2720-866 Alfragide, Tel. 351.21.4705400
Email: eduardo.paralta@ineti.pt*

Alain P. FRANCES

*Geólogo. Departamento de Hidrogeologia do Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação (INETInovação), Estrada da Portela, Apartado 7586, 2720-866 Alfragide, Tel. 351.21.4705400
Email: frances.alain@ineti.pt*

Luís F. RIBEIRO

*Eng. de Minas. Professor Auxiliar do Instituto Superior Técnico, CVRM-Centro de Geo-sistemas, Av. Rovisco Pais, 1096 Lisboa, Tel. 351.21.8417247
Email: nrib@alfa.ist.utl.pt*

RESUMO ALARGADO

A situação de poluição persistente por nitratos de origem agrícola do Sistema Aquífero dos Gabros de Beja (350 km²) foi recentemente reconhecida na Portaria nº 1100/2004 de 3 de Setembro, relativa às Zonas Vulneráveis (Zona Vulnerável nº 6).

Pela sua extensão, importância para abastecimento público e inclusão no Plano de Rega do Alentejo no âmbito do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva merecem especial atenção os aspectos relacionados com o mapeamento espacial da vulnerabilidade (intrínseca) e do risco de poluição associado às novas técnicas agrícolas.

Na abordagem da vulnerabilidade aquífera recorreu-se índices empíricos e semi-empíricos consagrados na bibliografia (DRASTIC, GOD, AVI), critérios litológicos (EPPNA) e índices específicos (Índice de Susceptibilidade). Os resultados obtidos indicam que o SA dos Gabros de Beja, classifica-se, como área de vulnerabilidade baixa a extremamente alta à poluição agrícola.

Apresentam-se os respectivos mapas na comunicação e os resultados obtidos para análise comparativa (Quadro 1).

Quadro 1- Análise comparativa da Vulnerabilidade do SA dos Gabros de Beja

Avaliação da Tipo de Classe Vulnerabilidade Aquífera Índice dominante Aller et al. , 1987 numérico 100-119 baixa a média Ribeiro , 2000 numérico 65% - 75% média-alta Van Stempvoort et al., 1993 numérico 1 a 2,7 moderada a extremamente alta Foster, 1987 numérico 0,2 a 0,4 baixa a moderada EPPNA, 1998 qualitativo V6 Risco baixo a variável Referência Classificação da Vulnerabilidade Índice DRASTIC Índice DRASTIC PESTICIDE Índice de Susceptibilidade Índice AVI Índice GOD Critérios Litológicos

A validação dos métodos empíricos com os registos da monitorização revela que apesar de algumas metodologias apontarem para baixa vulnerabilidade, as práticas agrícolas acumuladas durante o século XX foram responsáveis pela contaminação generalizada do Sistema Aquífero dos Gabros de Beja por nitratos de origem agrícola.

Estudos posteriores e mais rigorosos deverão indicar qual a metodologia de avaliação da vulnerabilidade que melhor se ajusta às condições hidrogeológicas e agro-climáticas dos Gabros de Beja, no sentido de obter mapas de risco à poluição credíveis que sirvam como ferramenta de planeamento e apoio à decisão dos gestores da Zona Vulnerável.

No âmbito da Directiva Quadro da Água e da sua congénere para as Águas Subterrâneas que se aguarda para breve, os Estados-Membros da CE e as respectivas entidades regionais responsáveis pela utilização dos recursos hídricos e pelo ordenamento do território devem assegurar a protecção, melhoria e reposição do bom estado químico das águas subterrâneas, prevenindo a sua poluição.

Segundo a DQA, as massas de água em risco como é o caso dos Gabros de Beja, carecem de estudos hidrogeológicos apropriados e instalação de redes de monitorização (monitorização de vigilância e operacional) apropriadas, que sejam representativas das massas de água a monitorizar.

Segundo a Directiva, “a rede de monitorização será concebida de modo a proporcionar uma panorâmica coerente e completa do estado químico das águas subterrâneas em cada bacia hidrográfica, bem como detectar a presença de tendências a longo prazo, antropogenicamente induzidas, para o aumento da concentração de poluentes”.

Actualmente a CCDRALentejo/Ambiente é responsável por uma rede de monitorização de referência da qualidade geral (parâmetros físico-químicos maiores e alguns metais) formada por 9 estações que iniciaram actividade em 2000 e por uma rede de monitorização específica da poluição difusa (i.e. nitratos) que iniciou actividade em Outubro 2002 e que abrange mais 23 origens.

A frequência de amostragem da rede de referência da qualidade (rede geral) é anual para a maioria dos parâmetros e semestral para os nitratos e a frequência da rede específica dos nitratos é igualmente semestral.

A maioria das estações regista valores de nitratos acima do valor paramétrico de 50 mg/L (Quadro 2) e as tendências sazonais observadas em 8 estações que possuem entre 8 e 9 registos de nitratos desde o Verão de 2000, indica uma tendência geral de descida, embora ligeira.

Quadro 2 - Indicadores estatísticos da rede de monitorização do SA dos Gabros de Beja relativamente aos nitratos

Campanhas	Nº de estações		Nitratos (mg/L)			
	Mínimo	Mediana	Média	Máximo	Desvio Padrão	
Jul / Ago 2000	9	53	67	75	110	20
Out / Nov 2000	9	40	64	60	87	16
Mai / Jun 2001	10	31	56	58	86	16
Maio 2002	9	38	52	54	78	13
Outubro 2002	36	13	52	71	206	47
Abril 2003	32	18	66	78	219	41
Outubro 2003	27	30	66	75	213	39
Maio 2004	27	30	74	85	373	64
Novembro 2004	26	29	66	70	136	26

Será necessário continuar um programa de monitorização pelo menos semestral (preferencialmente trimestral) e manter uma densidade de amostragem das águas subterrâneas especialmente direccionada para as zonas consideradas mais sensíveis na avaliação da vulnerabilidade e com elevados teores de nitratos.

As medidas de protecção das águas subterrâneas devem considerar a vulnerabilidade dos sistemas aquíferos, em função das suas características hidrogeológicas e dos riscos de contaminação efectivos ou potenciais associados às actividades humanas.

A avaliação das condições hidrogeológicas, da vulnerabilidade à poluição das águas subterrâneas e a análise dos impactes das actividades humanas relacionadas com as alterações de uso do solo e o incremento do regadio são essenciais para a implementação dos planos de gestão ambiental e das respectivas redes de monitorização (geral e específica).

Importa referir que as redes de monitorização são dinâmicas, pelo que, os pontos a monitorizar, periodicidade e parâmetros a analisar devem ser ajustados de acordo com os resultados obtidos.

De acordo com o conhecimento hidrogeológico e/ou a ocupação do solo pode revelar-se a necessidade de aumentar ou diminuir a densidade da rede de monitorização.

A UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS COMO COMPLEMENTO AO ABASTECIMENTO DE LUANDA E ARREDORES (ANGOLA)

Gabriel L. MIGUEL

Geólogo, Universidade Agostinho Neto. Luanda (Angola), Departamento de Geologia, gabrel.luismiguel@uah.es

Luis F. REBOLLO

Geólogo, Universidade de Alcalá. Madrid (Espanha), Departamento de Geologia, luis.rebollo@uah.es

Miguel MARTÍN-LOECHES

Geólogo, Universidade de Alcalá. Madrid (Espanha), Departamento de Geologia, miguel.martin@uah.es

RESUMO ALARGADO

Luanda não tinha grandes tradições no uso de águas subterrâneas, apesar das primeiras captações terem sido construídas entre os anos de 1641 e 1648, com destaque para os poços da Maianga do Rei e Mainga do Povo. Alguns autores consideravam a inexistência de poços de água doce e saudável como sendo um dos principais problemas na manutenção da salubridade a Luanda, LOBO CARDOSO (1950).

No ano de 1889 é inaugurado o primeiro sistema de captação de águas superficiais, a partir do rio Bengo (Quifangondo) (sistema “zero”) e nos anos 1953 e 1971 os sistemas “um” e a primeira fase do sistema “dois”, para o abastecimento de Luanda e Arredores, EPAL-EP (2003).

A instabilidade política gerada em todo o país a partir dos anos de 1975 obriga a uma nova cultura nas tradicionais formas de captação de águas em alguns polos da cidade de Luanda e seus Arredores. A utilização das águas subterrâneas surge complementando o abastecimento em alguns bairros da cidade de Luanda e seus Arredores. De densidades de distribuição das captações de 1/14 km² em 2002, MIGUEL *et al.* (2003b), á valores de 1/8 km² em 2004, proporcionando contributos na ordem de 2 hm³/ano de águas proveniente das extrações subterrâneas.

Para os aproximadamente cinco mil habitantes que compõe o agregado de Benfica Control da Policia, Camama, Serra e Vitrona (zona não urbanizada), conseguiu-se importante complemento ao abastecimento de águas, graças as captações subterrâneas, chegando a uma dotação média próxima de 70l/hab/dia.

O potencial hídrico subterrâneo, naqual se realizam as extrações, apresenta características de um meio poroso e faz parte do sistema aquífero denominado Quelo-Luanda.

Desde o ponto de vista hidrogeológico, o sistema aquífero Quelo-Luanda, de idade compreendida entre o Pliocénico inferior e o Holocénico, é constituído por materiais detríticos com permeabilidades de 1-3 m/d (em particular nos sectores basais do mesmo); valores que contrastam com a notável reduzida permeabilidade da Formação Quifangondo (Burdigaliano) sobre a qual repousa MIGUEL (2002), MIGUEL *et al.* (2003b).

A litoestratigrafia dos materiais que constituem o sistema aquífero Quelo-Luanda está composta por argilas cinzentas e verdosas, com lentes milimétricas e discontinuas de areias amareladas muito finas; alternância de limos e areias finas de côr branca e amarelada, as vezes ferruginosa con pouca argila; areias finas, medias, grosseiras e heterométricas; alternância de conglomerados e areias principalmente quartzosa, moderada e pobremente selecionada com uma percentagem muito baixa de matriz argilosa, formada por caolinite, illite e abundantes oxidos de ferro. O conjunto deste sistema poderia funcionar como um sistema “multicamada”. Os valores médios da profundidade dos níveis piezométricos são de 55 metros e a espessura do sistema aquífero (Quelo-Luanda) de centenas de metros. As observações de campo realizadas até ao momento no borde oeste do sistema apontam

para ausência de descarga natural do mesmo aos rios e riachos da zona estudada, embora que em alguns tramos parece existir alimentação directa do Rio Kwanza para o referido sistema.

Em geral, na bacia sedimentar na qual enquadra-se o referido sistema aquífero, a tectónica salífera goza de uma importância capital, destacando-se o início das formações salíferas desde o Apciano e finalizando no Quaternário.

Antes da entrada em funcionamento (Novembro de 2002) da segunda fase do sistema “três” de abastecimento de águas, provenientes do rio Kwanza, os extremos sul e sudeste da província de Luanda utilizavam em média para a cobertura das suas necessidades básicas 80% de águas de origem subterrânea. Para o extremo mais a sul de Luanda, zona do Quenguela Norte, a agricultura aumentou suas dotações para rega em mais de 60% de água de origem subterrânea.

Diferenciam-se, entre os múltiplos usos das águas subterrâneas em Luanda e Arredores, os cerca de 60% para o uso doméstico e 40% para a agricultura e construção civil.

A amostragem realizada em Luanda e Arredores, estendeu-se num raio de acção de cerca de 45 km e inclui alguns parâmetros físicos, químicos e biológicos.

Entre os valores máximos e mínimos de temperatura medidos durante as estações seca e chuvosa do ano hidrológico 2003-2004, observam-se para as águas subterrâneas variações na ordem dos 4,8°C. O valor médio obtido nas águas amostradas é de 29,6°C, embora que os valores de temperatura média anual da zona de estudo, calculado com uma série de 39 anos, seja de 26,7 °C. Em conformidade ao anteriormente exposto, estas águas classificam-se como normais, muito próximas a hipertermais ou termais, conforme ao proposta por Schoeller (1962).

Quanto ao pH da água subterrânea, considera-se alcalino, com valores médios na ordem de 9.

Para a condutividade eléctrica, compararam-se as amostras realizadas nas estações seca e chuvosa, e se individualizaram alguns valores relacionados com poços situados na zona litoral.

Para o ano hidrológico 2003-2004, as médias gerais obtidas situam-se em torno dos 2900 µS/cm para a estação seca, e de 2700 µS/cm para a chuvosa.

Em geral o valor médio de condutividade dos poços analisados, excluindo os situados mais próximos do litoral, é de cerca de 1400 µS/cm, enquanto que para a zona litoral -e especificamente o Bairro de Rocha Pinto-, são em ordem de 3 vezes superiores aos anteriormente mencionados.

Os valores médios obtidos para os sólidos totais dissolvidos é de cerca de 1.300 mg/l, e segundo a classificação do USGS, denominam-se águas francamente salinizadas, embora que a metade das mesmas são águas doces, disponíveis para o abastecimento público. Também podemos afirmar que a maior parte das águas das captações analisadas são apropriadas para a rega.

Os valores de nitratos são baixos. Das captações analisadas, o valor mínimo corresponde a 0,4 mg/l de NO₃⁻, enquanto que o máximo é de 170 mg/l, para um poço situado no centro da zona urbanizada de Luanda. Genéricamente os valores dos poços analisados não supera os 5 mg/l de NO₃⁻.

No que se refere aos iões majoritários, a água de sete dos doze poços analisados possui uma sequência catiónica de tipo Sódica – Cálcica – Magnésiana, enquanto que para os aniões quatro das captações situam-se em Cloretada – Sulfatada – Bicarbonatada.

O valor do coeficiente salino (K) de Scott possui um mínimo de 2,81 e máximo de 29,2. Segundo este índice, as águas analisadas enquadram-se em média entre toleráveis a medíocres, embora que a nível individual a água do Quenguela se designa segundo esta classificação como boa para a rega.

Quanto aos coliformes totais e fecais, os valores positivos registrados estão em grande medida relacionados com o deficitário saneamento básico de Luanda e com a ausência de perímetros de protecção, essencialmente a de zona intermédia ou de restrições máxima, como é o caso do Benfica-Sonef, com 1UFC/100ml para os coliformes fecais e 4UFC/100ml para os coliformes totais.

ESTUDO HIDROGEOLÓGICO PARA O DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO CAMPO DE GOLFE E ESTRUTURAS TURÍSTICAS ASSOCIADAS DE VILA SOL

José Paulo MONTEIRO

Doutor em Hidrogeologia, Professor da Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, CVRM – Centro de Geosistemas. 8005-139, Faro, jpmontei@ualg.pt

Paula MARTINS

Engª do Ambiente, Vila Sol II – Emp. Turísticos, SA, Alto do Semino 8125-307, Vilamoura ambiente@vilasol.pt

Ricardo MARTINS

Engº do Ambiente, Bolseiro na Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, 8005-139, Faro, rmartins@fmm.pt

RESUMO

Apresenta-se uma síntese dos trabalhos realizados para dimensionar a exploração de águas subterrâneas que sustentam o sistema de abastecimento de um empreendimento turístico implantado no Concelho de Loulé (Algarve). Este trabalho foi desenvolvido ao abrigo de um protocolo de cooperação estabelecido entre a Vila Sol II – Empreendimentos Turísticos, SA e a Universidade do Algarve. O objectivo deste estudo consistiu na caracterização dos recursos hídricos subterrâneos que ocorrem na área de implantação de Vila Sol com vista à planificação do seu uso, de forma a evitar riscos de ocorrência de efeitos indesejáveis, quantitativos ou qualitativos, decorrentes das extracções efectuadas a partir das captações de água subterrânea (furos) que sustentam a actividade deste empreendimento. Os consumos de água associados a esta estrutura incluem a rega de um campo de golfe, o abastecimento de um hotel e de cerca de 260 fogos, estando por isso envolvidos consumos elevados. Deste modo tornou-se necessário o estudo das soluções a implementar a três escalas distintas: (1) à escala regional, considerando o balanço hídrico global do sistema aquífero; (2) à escala das condições geológicas locais do sector explorado do sistema aquífero e (3) à escala das captações de água subterrânea utilizadas para sustentar os consumos de água. Descrevem-se os métodos usados para caracterizar o problema sob os pontos de vista hidrogeológico quantitativo e qualitativo a estas três escalas bem como a contribuição dos resultados obtidos para dimensionar o sistema de abastecimento de água desta empresa de forma a salvaguardar a sustentabilidade e minimização de riscos ambientais.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão de Recursos Hídricos, furos, golfe, Algarve.

MODELO GLOBAL ESTOCÁSTICO-DETERMINÍSTICO PARA A UTILIZAÇÃO OPTIMIZADA DE AQUÍFEROS DO LITORAL

Júlio F. Ferreira da Silva

*Doutor em Engenharia Civil – Hidráulica Prof. Auxiliar do Departamento de Eng^ª Civil da Universidade do Minho, Azurém 4800-058 Guimarães, Portugal
253510200, juliofs@civil.uminho.pt*

RESUMO

Neste trabalho descreve-se uma metodologia estocástico-determinística para o planeamento e gestão de sistemas de captações de água em aquíferos potencialmente sujeitos à intrusão salina. A metodologia envolve o recurso a ferramentas de análise e modelação estocásticas dos dados históricos de cada um dos elementos base, (as solicitações de água, os parâmetros do aquífero e os elementos de natureza económica), a utilização de um método de simulação para a projecção dos valores dos elementos base e a ligação ao modelo de gestão, que envolve técnicas de optimização e a simulação do comportamento do aquífero costeiro. Este conjunto ferramentas e de procedimentos constitui um modelo global para a utilização optimizada de aquíferos do litoral.

Para cada um dos cenários simulados, a técnica de optimização procura as melhores estratégias que atendam a critérios económicos, garantam o controlo da intrusão salina e, conseqüentemente, mantenham sob controlo os equilíbrios ambientais. A localização da interface água doce / água salobra é definida em função de variáveis aleatórias, caracterizadas pela função de probabilidade, média e desvio padrão. Fica, assim, disponível um modelo global que permite incluir a incerteza associada aos elementos base no processo de decisão. O tratamento estatístico dos resultados ajuda a análise de sensibilidade aos efeitos do ambiente incerto nos resultados de gestão.

As saídas do modelo global desenvolvido podem ser usadas para a fundamentação de políticas sustentáveis de exploração de recursos hídricos costeiros.

PALAVRAS-CHAVE - Modelos de gestão de recursos hídricos costeiros, Simulação de aquíferos, Intrusão salina, Optimização estocástica.

LOCALIZAÇÃO E GESTÃO OPTIMIZADAS DE SISTEMAS DE CAPTAÇÃO E DE CONTROLO DA INTRUSÃO MARINHA EM AQUÍFEROS COSTEIROS

Júlio F. Ferreira da Silva

*Doutor em Engenharia Civil – Hidráulica Prof. Auxiliar do Departamento de Eng.º Civil da Universidade do Minho, Azurém 4800-058 Guimarães, Portugal
253510207, juliofs@civil.uminho.pt*

RESUMO

Neste trabalho o problema que pretende resolver-se consiste em determinar qual será a melhor implantação num aquífero costeiro numa barreira de captações e a extracção óptima em cada, para que seja maximizado o resultado económico e para que, simultaneamente, seja assegurado o controlo da intrusão salina, mantendo a interface água doce / água salobra para além da distância de segurança mais adequada. O incremento da recarga do aquífero revela-se como um sistema de controlo do fenómeno da intrusão marinha. Pretende, também, estudar-se o efeito do incremento da recarga realizada em furos implantados a uma dada distância das captações. A associação de técnicas de optimização e de modelos de simulação do comportamento dos sistemas hídricos e de abastecimento de água permite a determinação dos melhores locais de implantação das captações e dos respectivos regimes de extracção. Realça-se que a utilização dos recursos hídricos disponíveis nas áreas costeiras deve ser integrada e sustentável. A implementação dum sistema de controlo do equilíbrio dinâmico água doce / água salgada contribui para aumentar a segurança na continuidade do abastecimento de água, podendo, mesmo, revelar-se economicamente interessante.

PALAVRAS-CHAVE - Modelos de simulação de aquíferos, Intrusão salina, Optimização de sistema de captação e de abastecimento de água.

UM NOVO ÍNDICE DE VULNERABILIDADE ESPECÍFICO DE AQUÍFEROS FORMULAÇÃO E APLICAÇÕES

Luís RIBEIRO

Professor Auxiliar, CVRM– Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1040-001 Lisboa, +351 21 8417247, nrrib@alfa.ist.utl.pt

RESUMO

O interesse de avaliar o grau de vulnerabilidade das diversas formações aquíferas decorre fundamentalmente da necessidade de fornecer às autoridades competentes um instrumento que seja útil nas tomadas de decisão ao nível do planeamento e ordenamento do território.

A grande maioria dos métodos de avaliação da vulnerabilidade possuem uma natureza empírica que é veículo para o surgimento de um vasto leque de diferentes interpretações por diferentes técnicos. Essa subjectividade vai repercutir-se forçosamente na atribuição de valores numéricos a entidades de natureza descritiva.

Acresce ainda o facto de que esses modelos empíricos não são passíveis regra geral de calibração e raramente validados. Nesse particular, tem havido muita discussão sobre se os mapas de vulnerabilidade fornecem ou não estimadores fiáveis da susceptibilidade dos aquíferos ao potencial de contaminação. Aplicações já realizadas mostram casos bem sucedidos e outros casos onde existe uma discrepância clara entre as cartas de vulnerabilidade e os níveis de contaminação efectivamente observados nas águas subterrâneas.

A prática mostra todavia, que os métodos que englobam, para além das características intrínsecas, informação específica sobre o tipo da ocupação do solo e/ou sobre o tipo de actividades antrópicas associadas (por exemplo o tipo e a natureza das práticas agrícolas) tem em geral melhores desempenhos que os métodos puramente intrínsecos.

Com o objectivo de corrigir duas das principais deficiências associadas ao índice DRASTIC: a redundância entre parâmetros e o sistema de ponderação arbitrário, foi expressamente desenvolvido pelo autor no ano 2000, um índice de vulnerabilidade específico, baptizado com o nome Índice de Susceptibilidade

O IS, como então ficou conhecido, é uma adaptação do índice de vulnerabilidade intrínseco DRASTIC. Na sua construção foram só considerados 4 dos 7 parâmetros do índice DRASTIC: D, R, A, T, deixando de fora os parâmetros S, I e C, por se considerarem redundantes relativamente ao parâmetro A. Foi também adicionado um novo parâmetro LU (Land Use), a ocupação do solo.

Os pesos atribuídos a cada parâmetro também foram alterados em relação ao método DRASTIC. Para avaliar a importância relativa de cada um daqueles 5 parâmetros para a construção do índice, foi constituído, para esse efeito, um painel DELPHI de especialistas portugueses em hidrogeologia e áreas afins.

Desde a sua criação que o IS tem sido testado e validado, em alguns dos casos com enorme êxito, na avaliação do grau de susceptibilidade à contaminação agrícola em alguns aquíferos de Portugal continental tais como: o aquífero dos Gabros de Beja, o aquífero aluvionar da Bacia do Tejo, os aquíferos da Campina de Faro e de Luz de Tavira e o aquífero de Évora-Montemor-Cuba.

PALAVRAS-CHAVE: Agricultura, Poluição, Vulnerabilidade, Índices, DRASTIC

ESTIMATIVA DA RECARGA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS A PARTIR DA ANÁLISE DOS HIDROGRAMAS DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL NA ÁREA ABRANGIDA PELA FOLHA 6 DA CARTA HIDROGEOLÓGICA DE PORTUGAL À ESCALA 1:200 000

Manuel M. OLIVEIRA

Geólogo. Núcleo de Águas Subterrâneas do LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, (+351) 21 844 34 36, moliveira@lneec.pt

Augusto M. COSTA

Geólogo. Departamento de Hidrogeologia do INETI, Estrada da Portela, Apartado 7586, 2720-866 Alfragide, (+351) 21 470 54 00, augusto.costa@ineti.pt

Alain Francés

Geólogo. Departamento de Hidrogeologia do INETI, Estrada da Portela, Apartado 7586, 2720-866 Alfragide, (+351) 21 470 54 00, frances.alain@ineti.pt

RESUMO

No âmbito da preparação da folha 6 da Carta Hidrogeológica de Portugal na escala 1:200 000, que abrange genericamente a região do Alto Alentejo (Portugal), foram estudadas dez bacias hidrográficas, utilizando precipitações e escoamentos monitorizados pelo Instituto da Água (INAG). Dependendo da bacia hidrográfica, foram analisadas séries de escoamento relativas a períodos de 4 a 28 anos hidrológicos, onde se estimaram precipitações anuais médias entre 489 mm/a e 936 mm/a e escoamentos totais anuais médios entre 49 mm/a e 623 mm/a.

Utilizando uma técnica de decomposição dos hidrogramas de escoamento, obtiveram-se escoamentos de base anuais médios entre 17 mm/a e 423 mm/a, que correspondem a valores entre 3 % e 45 % da precipitação calculada nas bacias (Quadro 1). Utilizando os valores de escoamento de base anuais e os valores de precipitações anuais, apresentam-se na Figura 1 as funções de escoamento de base anual vs. precipitação anual para cada bacia hidrográfica.

Os valores de escoamento de base anuais médios são analisados criticamente e esta informação é cruzada com as áreas de afloramento de agrupamentos de formações geológicas definidos para este efeito, concluindo-se quanto ao respectivo comportamento hidrogeológico.

A técnica de cruzamento da informação visa o cálculo de um coeficiente de escoamento de base (C_{Ebj}) característico de cada agrupamento de formações geológicas, que representa, para cada agrupamento, a parte da precipitação que é transformada em escoamento de base (Quadro 2).

As rochas carbonatadas do soco hercínico originam coeficientes nulos, o que se justifica por não haver coincidência entre as bacias hidrográficas e hidrogeológicas ($C_{Ebj} = 0.0$ %). Nas restantes formações obtiveram-se resultados entre 3.5% e 21.9%. O erro resultante da aplicação dos coeficientes encontrados ao conjunto das bacias foi de 59 mm (excluindo a bacia de Rasa).

Em relação aos resultados que constam no Quadro 2, refira-se: (1) Formações do Quaternário: o valor de C_{Ebj} de 9.0% poderá estar subvalorizado uma vez que estão identificadas numerosas situações em que as aluviões são recarregadas pelos aquíferos envolventes; (2) As formações atribuídas ao Pliocénico, que incluem níveis aquíferos nos arenitos de Almeirim e nos conglomerados de Ulme, apresentam $C_{Ebj} = 21,9\%$, enquanto as formações do Miocénico (argilas de Tomar e a formação de Vale de Guiso), devido à sua fácies mais argilosa, apresentam $C_{Ebj} = 6,3\%$; (3) As diversas formações essencialmente xistentas atribuídas ao Paleozóico, são representadas por 3,5%, o que poderá reflectir um comportamento global médio nestas formações (4) O valor de $C_{Ebj} = 12,0\%$ para as formações pré-câmblicas poderá resultar de se tratar de rochas muito duras e frágeis, intensamente fracturadas, que originam numerosas pequenas nascentes; (5) Nas rochas intrusivas parece haver uma contribuição para o escoamento de base das bacias crescente com a idade (3,9%,

6,6% e 21,3%), o que poderá relacionar-se com o grau de tectonização e meteorização destes maciços. Também as texturas porfiróide e gnaissóide parecem incrementar este contributo.

Quadro 1 – Síntese das litologias dominantes, valores anuais médios resultantes da decomposição dos hidrogramas, e escoamento de base mediano, por sub-bacia hidrográfica

Bacia hidrográfica	Litologia dominante	Nº de anos utilizados nos cálculos	Prec. média (P) (mm/a)	Esc. total médio (E) (mm/a)	Esc. directo médio (Ed) (mm/a)	Esc. base médio (Eb) (mm/a)	Esc. base mediano (mm/d)	Eb/P (%)	Eb/E (%)
Ponte Panasco-17L/01	gr	9	801	248	95	153	0,217	19	62
Rasa-17M/01	m	4	936	623	201	423	0,664	45	68
Moinho Novo-18I/01	misto	10	723	184	80	104	0,115	14	57
Ponte Vila Formosa-18K/01	misto*	10	684	172	109	63	0,017	9	37
Couto de Andreiros-18L/01	gr+m	24	654	276	160	116	0,032	18	42
Monforte-19M/01	gr+m*	28	587	215	161	54	0,012	9	25
MontePisão-19N/01	gr+m	9	783	195	115	80	0,085	10	41
Ponte Algalé-19N/08	gr*	6	489	49	32	17	0,000	3	35
Pavia-20I/04	gr+m*	22	647	142	110	32	0,005	5	23
Flor da Rosa-23I/01	gr+m*	10	769	280	230	50	0,017	6	18

Litologia dominante: gr→ rochas ígneas, m→ rochas metamórficas, misto→ rochas sedimentares e (ígneas ou metamórficas), *ocorrência de rochas carbonatadas carsificadas

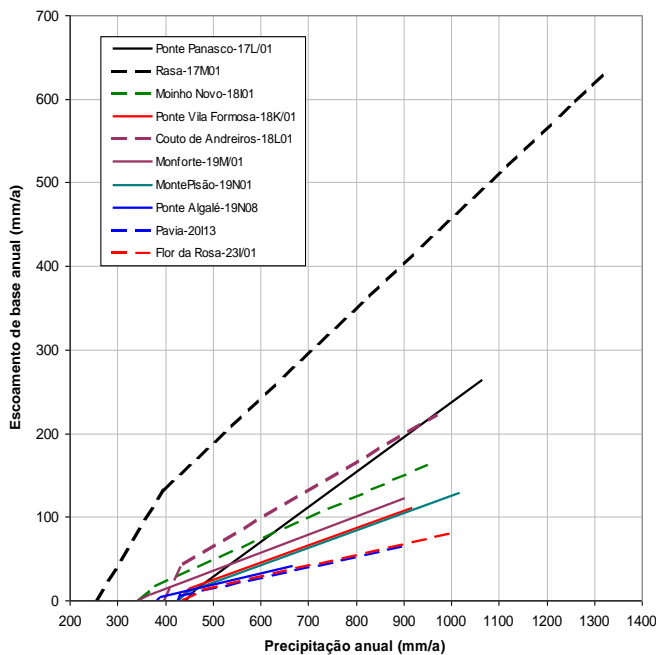


Figura 1 – Escoamento de base anual em função da precipitação anual determinada para cada sub-bacia (as funções representam-se até ao valor máximo de precipitação anual de cada sub-bacia). A análise crítica destes resultados conduziu à exclusão da bacia de Rasa na comparação com a informação geológica, por esta apresentar um comportamento anómalo (como se explica no texto da comunicação).

Quadro 2 – Agrupamentos de formações geológicas considerados no cruzamento da informação geológica com os escoamentos de base das nove bacias, áreas e respectivos coeficientes (c_{Eb_j}).

Agrupamento geológico	Quaternário	Pliocénico detritico	Miocénico detritico	Paleozóicas diversas	Carbonatadas paleozóicas	Séries precâmbricas	Intrusivas hercínicas tardi-orogénicas	Intrusivas hercínicas orogénicas	Intrusivas pré-hercínicas
Área (%)	1,7	12,0	4,2	16,1	2,2	14,4	17,2	22,9	9,4
c_{Eb_j} (%)	9,0	21,9	6,3	3,5	0,0	12,0	3,9	6,6	21,3

ANÁLISE POR MODELAÇÃO MATEMÁTICA DA INTERACÇÃO ENTRE O AQUÍFERO ÉVORA-MONTEMOR-CUBA E O RIO ALMANSOR NA ÁREA DO PERÍMETRO DE REGA DOS MINUTOS

Maria Paula SOFIO MENDES

Eng.ª dos Recursos Hídricos, Mestre de Georrecursos, CVRM- IST, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, +351 21 8417830, mpaulamendes@gmail.com

Luís Ribeiro

Eng.º de Minas, Professor Auxiliar do IST, CVRM- IST, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, +351.21.8417247, nrib@alfa.ist.utl.pt

RESUMO

A construção do perímetro de rega dos Minutos, no concelho de Montemor-o-Novo, nasceu da necessidade de proporcionar aos agricultores uma origem de água numa região caracterizada pela escassez de recursos hídricos.

De entre os vários impactes esperados está o recorrente da alteração de uma agricultura de sequeiro para uma de regadio, já que essa modificação poderá ter repercussões quer na hidrodinâmica do aquífero, por aumento da recarga efectiva, quer na possível deterioração da qualidade da água subterrânea, induzida pelo uso excessivo de fertilizantes e pelas incorrectas práticas de rega.

Na área do perímetro de rega dos Minutos, parte da água subterrânea do sistema aquífero Évora-Montemor-Cuba drena para o rio Almansor enquanto a outra parte flui no sentido da ribeira de Lavre. A unidade aquífera é não confinada com o nível freático situado a pequena profundidade, factor que contribui para que o aquífero seja mais vulnerável à contaminação de origem agrícola. A recarga é difusa com origem na precipitação ou na irrigação.

A piezometria desta região foi estimada através da krigagem universal com um modelo de deriva linear. Este tipo de krigagem pressupõe o uso de um variograma experimental dos resíduos dos níveis freáticos obtidos após a remoção da deriva. Como o semi-variograma isotrópico dos resíduos revela a existência de duas estruturas imbricadas a escalas diferentes, foram ajustados dois modelos esféricos.

Com base no mapa krigado da piezometria foi possível atribuir, no modelo numérico ASM ("Aquifer Simulation Model"), às células limítrofes do aquífero um potencial constante (condição de fronteira do tipo Dirichlet). Na Figura 1 observa-se a piezometria após modelação numérica.

Através da utilização de um modelo de simulação numérica avaliaram-se as áreas no perímetro de rega que contribuem com maior expressão para o transporte dos poluentes em direcção ao rio Almansor. Com esse fim determinaram-se as velocidades de escoamento para valores de recarga médio (Figura 2) e nulo. Estes cenários foram calibrados antes do início do funcionamento do perímetro de rega. O modelo nessas condições foi calibrado utilizando-se os níveis freáticos monitorizados em diferentes épocas.

Uma análise estatística das velocidades médias e dos sentidos do escoamento subterrâneo, mostrou que:

- As velocidades de fluxo das águas subterrâneas vão sendo cada vez mais pequenas, à medida que nos afastamos das margens do rio Almansor. Caso se verifique a contaminação das águas subterrâneas por poluentes solúveis em água, as áreas de velocidades de fluxo superiores poderão contribuir mais expressivamente para a poluição do rio Almansor;
- as zonas do aquífero localizadas a distâncias inferiores a 100 m do rio Almansor serão, eventualmente, as mais importantes no transporte de poluentes para o curso de água e área ribeirinha;
- na margem sul do rio ocorrem dois tipos de ocupações do solo no aquífero, que por se localizarem em áreas em que as velocidades do fluxo subterrâneo são mais elevadas, podem eventualmente, contribuir para a contaminação das águas subterrâneas e superficiais; caso do itinerário E90, que

faz fronteira com o aquífero numa área onde é expectável a entrada de água no sistema. Outro eventual factor que poderá alterar os fluxos subterrâneos é o que decorre da exploração do perímetro de rega dos Minutos;

- d) a área sul do aquífero possui velocidades de fluxo subterrâneo superiores às da área norte para os cenários de águas altas e baixas.

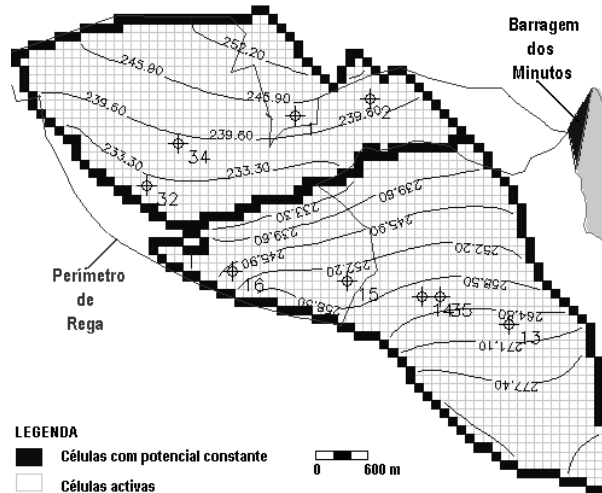


Figura 1 – Mapa piezométrico calculado a partir do modelo de fluxo para o cenário de águas altas; com a localização dos pontos de água usados na calibração do modelo.

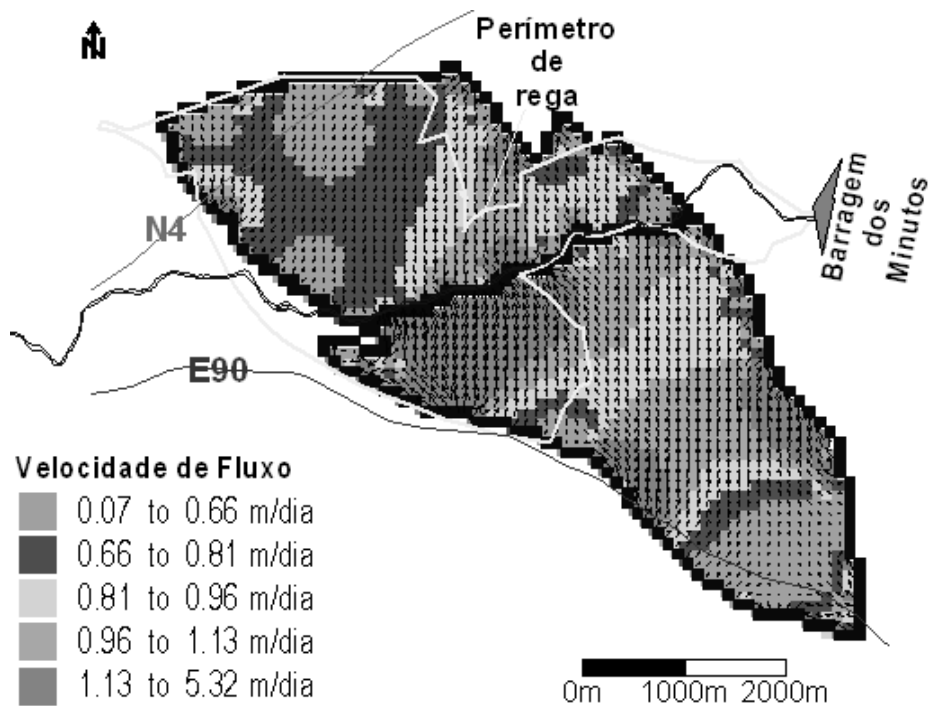


Figura 2 – Velocidade de escoamento da água subterrânea para o cenário águas altas.

PALAVRAS-CHAVE: Água subterrânea, ASMWIN, Modelação geoestatística, Modelação numérica, Perímetro de rega.

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS SOB O USO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS NO SEMI-ÁRIDO NORDESTINO, PERNAMBUCO, BRASIL

Suzana M. G. L. MONTENEGRO

Professora do Departamento de Engenharia Civil- Universidade Federal de Pernambuco, Av. Acad. Hélio Ramos, s/n. Cidade Universitária, Recife, Brasil,
+55 81 21268709, suzanam@ufpe.br

Teresa E. LEITÃO

Investigadora Principal do Laboratório Nacional de Engenharia Civil - LNEC, Av. do Brasil, 101 P-1700-066 Lisboa, Portugal, +351 21 844 3802.,
tleitao@lneec.pt

Abelardo A. de A. MONTENEGRO

Professor do Departamento de Tecnologia Rural - Universidade Federal Rural de Pernambuco. Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n. Dois Irmãos, Recife,
Brasil, +55 81 33021273, monte@hotlink.com.br.

Tháísa A. de ALMEIDA

Mestranda do Programa de Pós- Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco. , Av. Acad. Hélio Ramos, s/n. Cidade
Universitária, Recife, Brasil, +55 81 21267216, thaisaa@terra.com.br

Manoel L. COSTA NETTO

Assistente de Pesquisa do Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal de Pernambuco, Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n. Dois Irmãos,
Recife, Brasil, +55 81 33021273, manoelcostanetto@bol.com.br.

RESUMO

Os vales aluviais do semi-árido Brasileiro apresentam bom potencial para a pequena agricultura irrigada. A irrigação nestas áreas, no entanto, pode incorrer em impactos ambientais, quanto ao solo e à água subterrânea. O pequeno agricultor, de forma geral, pratica a irrigação de maneira empírica sem muita preocupação com economia de água, gerenciamento em situações de escassez, controle da salinização, incremento de produtividade ou rentabilidade, além de controle do uso de defensivos agrícolas. Os agrotóxicos são utilizados em larga escala pelos agricultores ao longo de diversas gerações, acarretando a degradação dos recursos naturais e riscos para a saúde.

Escolheu-se uma área piloto em vale aluvial no semi-árido do estado de Pernambuco para um estudo preliminar do impacto da utilização de agrotóxicos no solo e na água subterrânea utilizada para a pequena agricultura. O vale aluvial é dotado de barragens subterrâneas.

O presente trabalho apresenta resultados preliminares de experimento de campo com monitoramento do movimento da água no solo e de pesticidas durante um ciclo de cultura. No lote experimental foram instalados dispositivos de monitoramento agroclimatológico. O estudo enfoca também a modelagem matemática de fluxo e transporte em zona não saturada para avaliação do risco de contaminação do solo e da água subterrânea pela utilização de pesticidas.

PALAVRAS-CHAVE: Água subterrânea, irrigação, contaminação, agrotóxico, HYDRUS.



TEMA 8

ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS E RECURSOS HÍDRICOS

ANÁLISE E MITIGAÇÃO DE SECAS USANDO O SPI UMA APLICAÇÃO REGIONAL AO ALGARVE

Afonso do Ó

*Investigador Geógrafo e Doutorando, e-GEO – Centro de Estudos de Geografia e Planeamento Regional
Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa
Av. de Berna 26-C, 1069-061 Lisboa, Portugal, Tel: (+351) 217 933 519, Fax: (+351) 217 977 759, e-mail: afonso.o@sapo.pt*

RESUMO ALARGADO

As Secas são um fenómeno natural de grande complexidade, que afecta vastas áreas e numerosas populações do mundo. Diferem de outros riscos naturais devido ao seu carácter imprevisível, à sua instalação lenta e progressiva, aos seus impactes disseminados e não-estruturais, e à ausência de uma definição precisa e universal.

Apesar das abordagens tradicionais serem unidisciplinares, a natureza complexa e difusa das Secas exige uma abordagem interdisciplinar, integrando as avaliações do risco e da vulnerabilidade, e cruzando factores naturais e antrópicos, de forma a construir um diagnóstico integrado do perigo que o fenómeno representa para a sociedade.

Todos estes vectores se cruzam no território sobre o qual o fenómeno se exprime, e que deve por isso constituir a sua charneira de análise e resposta às Secas: é nesta matriz territorial, interdisciplinar e integradora, que a Geografia tem um campo privilegiado de trabalho, que deve partir do diagnóstico físico, passar por uma avaliação das disponibilidades hídricas com base num balanço de oferta e procura, e concluir com o diagnóstico das formas e métodos de organização social e política que a Sociedade utiliza para reduzir a sua vulnerabilidade.

A análise tradicional das Secas tem-se baseado em complexas ferramentas de quantificação, tais como índices e modelos, que limitam uma comunicação directa e fluente entre cientistas, decisores e cidadãos. No entanto, a eficácia dessa comunicação é globalmente reconhecida como uma componente essencial da mitigação de Secas. Paralelamente, grande parte destas análises unidisciplinares restringe-se ao período de Seca especificado em função da componente ou sector afectado, cujos impactes e escalas temporais divergem largamente.

O SPI (Standard Precipitation Index) surge em 1993 para dar resposta a estas limitações. As suas recentes aplicações têm revelado este índice como uma ponderosa ferramenta pela sua simplicidade, que apenas requer séries mensais longas de precipitação, e permite calcular 4 das principais dimensões do fenómeno: duração, intensidade, magnitude, e frequência. Adicionalmente, o índice pode ser calculado utilizando diferentes escalas temporais, o que é de extrema utilidade na cobertura dos diversos impactes e dos diferentes tempos de resposta de cada um dos sistemas hídricos afectados – por exemplo, agricultura e água no solo numa escala de 6 meses, abastecimento público de superfície e produção hidroeléctrica a 12 meses, abastecimento subterrâneo e recarga de aquíferos a 24 meses.

No presente trabalho o SPI é aplicado a duas escalas, 12 e 24 meses, a 12 séries longas de precipitação no período comum 1946-2003, relativas a postos de medição no Algarve, região sujeita a frequentes e intensos períodos de Seca, e a uma crescente pressão da procura no consumo de água.

Apresentam-se os pressupostos e o processo de cálculo do índice, e os vários passos seguidos no tratamento e preparação prévias das séries utilizadas – selecção das séries e do período comum, utilização de anos climatológicos, colmatação de lacunas, avaliação de homogeneidade.

Define-se em seguida a metodologia utilizada no cálculo dos diversos parâmetros utilizados na identificação e caracterização dos eventos, e analisam-se os períodos de Seca comuns, como forma de abordar a sua extensão e cobertura espacial.

As principais conclusões que se podem retirar da análise dos dados são que:

- i) a Seca de 1954 a 1960 em Alcoutim pode ser considerada como o evento mais longo e severo registado na região;
- ii) no resto dos postos, esse evento máximo ocorre aproximadamente no período de 1980 a 1984;
- iii) a Seca verificada entre 1974 e 1976, juntamente com os dois eventos atrás referidos, são aqueles que apresentam maior extensão espacial na região.

Os dados obtidos são inconclusivos no que toca a eventuais tendências na distribuição dos eventos ao longo do período de análise, que é sobretudo marcado pelos eventos isolados atrás referidos. Seria fácil concluir que há uma maior severidade dos eventos durante a segunda metade da série, mas isso seria encobrir o facto de tal se dever à localização temporal relativa da Seca de 80.

Aliás, da análise global dos cálculos efectuados e respectivos resultados, pode-se antes concluir que, dada a variabilidade climática intrínseca do clima mediterrânico, devem ser utilizadas séries mais longas para a caracterização da ocorrência de Secas numa região, bem como para a eventual detecção de tendências ou padrões evolutivos. Infelizmente, no caso do Algarve, essa opção restringe a análise a dois postos de medição: Faro (1895-2004) e São Brás de Alportel (1909-2004).

A utilização das diferentes escalas do SPI é de particular interesse para relacionar as ocorrências com os seus impactes em diversos sectores da actividade humana. O diferencial de tempo com que o SPI 24 detecta idênticos períodos face ao SPI 12 (no fundo, o “atraso” com que responde a um défice de precipitação), evidencia os diferentes tempos que medeiam na resposta dos diversos sistemas a uma redução da precipitação. Os caudais das linhas de água, a água retida no solo, os níveis de armazenamento das albufeiras, e os dos aquíferos, respondem de facto progressivamente mais tarde quer à falta de chuva, quer ao seu regresso, e é nessas diferenças do tempo de resposta que o SPI encontra um campo de aplicação mais vantajoso.

O SPI demonstra assim uma elevada capacidade de diagnosticar e analisar os eventos de Seca a nível regional, e de definir e quantificar as suas principais características e dimensões, bem como um grande potencial na monitorização das condições actuais, e na comunicação dos seus resultados a todos os decisores envolvidos na mitigação dos impactes e na resposta ao fenómeno.

EFEITOS DAS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS NA DISPONIBILIDADE HÍDRICA E NA QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA DA REGIÃO ALENTEJO

João NASCIMENTO

*Engº de Recursos Hídricos (Univ. Évora), Mestre em Georrecursos (IST), Bolseiro da FCT
CVRM – Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, 218417247, jnascimento@mail.ist.utl.pt*

Luís RIBEIRO

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

Luís VEIGA da CUNHA

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

Rodrigo OLIVEIRA

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

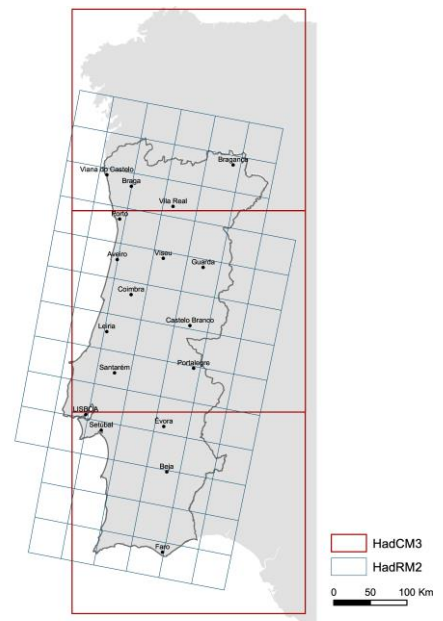
É reconhecido que os recursos hídricos constituem um domínio fundamental para a avaliação dos impactos das alterações climáticas nas actividades humanas. Esta relevância resulta dos impactos directos no regime de ocorrência e disponibilidade dos recursos hídricos, e também do facto de este regime condicionar, por sua vez e de forma importante, uma multiplicidade de sectores da actividade económica e social. A água é utilizada não só para satisfazer diversas actividades humanas, como, por exemplo, as domésticas, industriais, agrícolas, energéticas, piscícolas, recreativas, de navegação e de depuração de efluentes, mas também para assegurar uma boa qualidade ambiental e uma boa saúde dos ecossistemas.

Os impactos das alterações climáticas sobre os recursos hídricos podem ser directos, quando resultam directamente das alterações climáticas, ou indirectos, quando resultam de modificações do sistema económico-social induzidas pelas alterações climáticas. Percebe-se pois a complexidade dos problemas em discussão que, por isso, requerem uma abordagem interdisciplinar.

O presente estudo simula as variações do escoamento superficial na região Alentejo, assim como a variação da classe de vulnerabilidade do aquífero dos gabros de Beja com a alteração do uso do solo e da recarga.

As simulações futuras tiveram por base modelos climáticos que simulam a resposta dos parâmetros climáticos a diferentes níveis de emissão de gases com efeito de estufa. Para a escolha destes modelos climáticos foram analisados os resultados de quatro modelos climáticos globais e dois modelos climáticos regionais. Após a análise das corridas de controlo dos diferentes modelos concluiu-se que os modelos HadCM3 e HadRM2, ambos concebidos pelo Hadley Center for Climate Prediction and Research, apresentaram melhores desempenhos na simulação das condições climáticas portuguesas e, por isso, foram seleccionados para base da estimativa dos cenários climáticos e de escoamento futuros. As células destes modelos encontram-se representadas na seguinte figura.

Tomando por base os resultados que foram apresentados no presente artigo, é possível concluir que os principais impactos das



alterações climáticas sobre os recursos hídricos para o Alentejo são os seguintes:

- Os cenários estudados não apresentam uma tendência clara do escoamento anual, muito embora todos admitam uma significativa alteração da sua distribuição sazonal.
- O resultado das simulações prevê uma tendência para a concentração do escoamento nos rios nos meses de Inverno, induzida por uma distribuição similar da precipitação. Esta tendência acentuará a assimetria sazonal da disponibilidade hídrica.
- A esmagadora maioria dos cenários prevê uma tendência redução do escoamento na Primavera, Verão e Outono.
- O cenário mais pessimista prevê uma redução do escoamento médio anual para 2050 entre os 25%, na bacia do Tejo, e os 50% nas bacias Sado, Mira e Guadiana. Esta tendência acentua-se em 2100, admitindo que a redução do escoamento anual médio possa atingir 70% nas bacias do Sado, Mira e Guadiana.
- Os restantes cenários prevêem um aumento do escoamento anual médio que pode atingir, em 2100, os 20%, de acordo com o cenário HadCM3-B2a, ou os 40%, de acordo com o cenário HadRM2.
- A concentração da precipitação nos meses de Inverno e a estimativa do aumento generalizado da frequência de chuvadas intensas deverá aumentar a magnitude e a frequência dos episódios de cheia.
- Prevê-se que a qualidade da água se degrade devido ao aumento da temperatura e à redução do escoamento nos meses de Verão.
- Prevê-se um rebaixamento dos níveis freáticos nos aquíferos mais superficiais, devido à redução esperada da recarga e do aumento das taxas evaporação.
- Prevê-se uma degradação dos ecossistemas fluviais que sejam dependentes da água subterrânea.
- Prevê-se, finalmente, uma alteração dos graus de vulnerabilidade dos aquíferos à poluição agrícola relacionada com as alterações do uso do solo e das práticas agrícolas.

Em resumo, deve-se esperar um aumento da assimetria sazonal e espacial da distribuição de água, um aumento do risco de cheias e uma diminuição da qualidade da água. Existe ainda uma probabilidade muito significativa de diminuição geral das disponibilidades hídricas. Os impactos sobre as disponibilidades hídricas geradas em Espanha, deverá ser sentido no território Português.

A fim de se avaliar exaustivamente os impactos das alterações climáticas nos recursos hídricos, além de se estimar os impactos sobre as disponibilidades hídricas, é necessário estudar também a variação das necessidades hídricas futuras para as diferentes utilizações. Esta tarefa é difícil, pois depende das reacções sociais e económicas à situação modificada. No entanto, dado que 75% da totalidade das necessidades de água estão associadas ao sector da agricultura, espera-se um aumento da procura de água devido ao aumento da temperatura.

ANÁLISE DE TENDÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO EM PORTUGAL CONTINENTAL

M. Isabel P. de LIMA

Prof. Doutora, IMAR- Centro Interdisciplinar de Coimbra, Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Coimbra, Bencanta, 3040-316 Coimbra, +351.239 802940, ijlima@esac.pt

Ana C. MARQUES

Bolsista de Investigação, IMAR- Centro Interdisciplinar de Coimbra, Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Pólo II, Universidade de Coimbra, 3030-290 Coimbra, +351.239797228, carina@dec.uc.pt

João L. M. P. de LIMA

Prof. Doutor, IMAR- Centro Interdisciplinar de Coimbra, Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (DEC-FACTUC), Pólo II, Universidade de Coimbra, 3030-290 Coimbra, +351.239797183, plima@dec.uc.pt

M. Fátima E. S. COELHO

Meteorologista, Departamento de Clima e Ambiente, Instituto de Meteorologia, Rua C ao Aeroporto, 1749-077 Lisboa, Portugal, +351.218447000, Fatima.Coelho@meteo.pt

Devido à sua importância, as variações climáticas têm sido alvo de investigação nas últimas décadas, nomeadamente ao nível da quantidade e distribuição da precipitação, temperatura do ar e temperatura da água do mar. Os resultados destes estudos interessam a variadíssimas áreas de investigação e revestem-se de especial interesse pelas potenciais implicações no meio ambiente, nos ecossistemas, na gestão dos recursos, nas actividades económicas e, portanto, no nosso dia-a-dia.

Apesar do uso de modelos complexos que pretendem descrever e prever cenários de alterações climáticas, a análise de séries temporais de dados empíricos relevantes fornece informação essencial para uma melhor compreensão e caracterização dos processos envolvidos. No entanto, principalmente a grande variabilidade espacial e temporal de alguns desses processos, a escassez de dados com resolução adequada e a limitada duração das séries de observações dificultam a tarefa de caracterizar os elementos climáticos.

O papel desempenhado pela precipitação neste sistema faz com que a caracterização deste processo assumam uma importância fundamental. A presença de tendência em séries de precipitação resulta essencialmente da variabilidade natural presente nos processos hidrológicos ou está directamente relacionada com a existência de alterações climáticas. Neste contexto, este trabalho debruça-se sobre o estudo da precipitação em Portugal Continental, com base em dados mensais e anuais recolhidos em 9 localizações espacialmente dispersas sobre Portugal Continental. As observações udométricas utilizadas neste estudo estiveram a cargo do Instituto de Meteorologia (IM) e do Instituto da Água (INAG). Os dados analisados têm uma distribuição geográfica que torna as séries representativas dos diferentes regimes de precipitação que afectam o território português. As séries escolhidas abrangem todo o século XX, tendo sido analisado o período de 1900 a 2000. A precipitação em Portugal Continental apresenta características sazonais muito fortes, quer na quantidade total de precipitação como na sua natureza (frontal ou convectiva) e conseqüentemente na sua extensão temporal e espacial.

As séries de precipitação são analisadas por métodos estatísticos com o objectivo de testar se existe em Portugal Continental uma alteração, ao longo do último século, da grandeza climática em estudo. É feita a análise de tendência da precipitação anual e da precipitação mensal, o que permite caracterizar, neste último caso, as alterações da distribuição da precipitação durante o ano, no território nacional. As séries de precipitação anual e mensal são analisadas utilizando os ensaios de correlação e tendência, testes não-paramétricos de Wald-Wolfowitz e de Mann-Kendall, respectivamente, para um nível de significância de 5%. Estes testes são recomendados pela Organização Meteorológica Mundial.

Para estimar o valor da tendência da precipitação é aplicado o método não-paramétrico de Sen. Devido às características sazonais da precipitação os dozes meses do ano são analisados separadamente.

No período de 1900 a 2000, para as 9 séries temporais de precipitação localizadas em Portugal Continental e analisadas neste estudo, não foi observada tendência da precipitação anual com significância estatística, pelo menos para um nível de confiança de 90% (Figura 1).

Relativamente à distribuição sazonal da precipitação os resultados mais significativos correspondem à tendência decrescente da precipitação no mês de Março observada de uma forma generalizada em todas as regiões do País (Figura 1); é também de salientar, embora não tendo a mesma expressão, uma tendência decrescente da precipitação no mês de Novembro. A tendência decrescente da precipitação nestes meses parece ser de alguma forma compensada como a tendência crescente observada nalguns outros meses do ano (nomeadamente Dezembro/Janeiro e Abril/Maio), embora sem significância estatística. As alterações observadas na distribuição das quantidades de precipitação ao longo do ano poderão ter implicações importantes na gestão dos recursos.

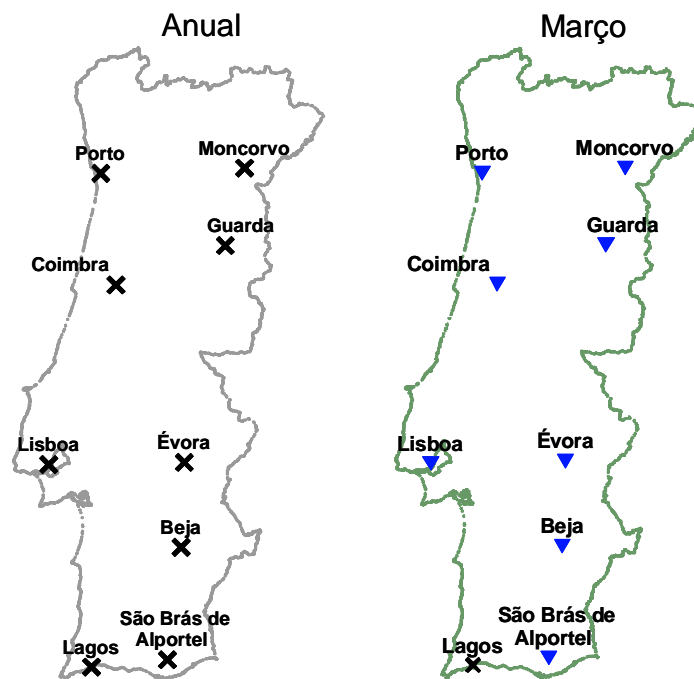


Figura 1 – Tendência da precipitação anual e no mês de Março, em Portugal Continental, no período 1900-2000, para um nível de confiança mínimo de 95%: tendência crescente (▲), tendência decrescente (▼) e sem tendência (X).



TEMA 9

RECURSOS HÍDRICOS INTERNACIONAIS

TRANSFERÊNCIA DE ÁGUAS ENTRE GRANDES BACIAS HIDROGRÁFICAS. BREVE PANORAMA DE CASOS EM PORTUGAL E NO BRASIL

João Paulo LOBO FERREIRA

Doutor em Engenharia Civil, Investigador-Coordenador com Habilitação, Chefe do Núcleo de Águas Subterrâneas do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. do Brasil, 101, 1700-066 LISBOA, Portugal, 351 21 844 3609, ferreira@lnec.pt

José Almir CIRILO

Doutor em Engenharia Civil, Professor do Departamento de Engenharia Civil – UFPE, Coordenador do Comité do São Francisco na região submédia . Tel. (55-81) 34540482, almir.cirilo@terra.com.br

Marcelo Cauás ASFORA

Doutorando em Engenharia Civil, Pesquisador do Instituto Tecnológico de Pernambuco e Coordenador da Câmara Técnica de Outorga e Cobrança do Comité da Bacia Hidrográfica do São Francisco, mcasfora@itep.br

RESUMO

Aborda-se o tema da transferência de águas entre grandes bacias hidrográficas na visão da APRH, recordando as reflexões havidas sobre a incidência do Plano Hidrológico Nacional de Espanha (PHNE) nos recursos hídricos portugueses. Apresentam-se dois pequenos transvases recentemente concluídos em Portugal, o da bacia do Douro para a bacia do Tejo (empreendimento da Cova da Beira) e o da bacia do Guadiana para a bacia do Sado (empreendimento de Alqueva), realçando-se alguns aspectos ligados à preservação dos impactes ambientais. Em relação ao Brasil, focam-se, na visão da SBPC (Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência), aspectos técnico-científicos subjacentes à transferência da água do rio São Francisco para estados fora da sua bacia hidrográfica. Sintetizam-se as discussões científicas levantadas no *Encontro Internacional sobre Transferência de Águas entre Grandes Bacias Hidrográficas* realizado no Recife, Brasil, em Agosto de 2004, sob a égide da SBPC. O objectivo da comunicação é fomentar a discussão das bases culturais, dos diálogos científicos e das alternativas de planeamento de recursos hídricos inter-estatais e transfronteiriços, nomeadamente no ano seco de 2004/2005 que se atravessa em Portugal e Espanha. Inicia-se a comunicação com uma descrição dos principais aspectos a considerar quanto à transferência de águas entre bacias.



TEMA 10
HIDROINFORMÁTICA

FERRAMENTA SIG PARA MODELOS DE PROPAGAÇÃO DE ONDAS. DESENVOLVIMENTOS PRELIMINARES

Zózimo, A., Gonçalves, A., Fortes, C.J.E.M., Charneca, N.,

LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, Portugal.
aczozimo@lneec.pt, agoncalves@lneec.pt, jfortes@lneec.pt, ncharneca@lneec.pt

Na área da engenharia costeira, começaram a aparecer recentemente sistemas de modelação numérica da agitação marítima e correntes baseados em Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Exemplos de sucesso deste tipo de sistemas são os produtos comerciais do Danish Hydraulic Institute (MIKE_INFO series, <http://www.dhisoftware.com>), ou o sistema apresentado por Gilman *et al.* (2001). No LNEC está em início de desenvolvimento, para a zona marítima portuguesa, o Sistema Integrado para a Modelação da Agitação maRítima em Zonas Costeiras, SIMAR.

O SIMAR terá, numa primeira fase, entre outras, as seguintes funcionalidades:

1. Gestão, de uma forma simplificada, do pré-processamento e do pós-processamento de levantamentos hidrográficos ao longo da costa portuguesa, para utilização em modelos numéricos de propagação e deformação de ondas marítimas em zonas costeiras;
2. Construção dos ficheiros de dados necessários para os modelos de propagação, nomeadamente as características das malhas que discretizam o domínio de cálculo a modelar;
3. Incorporação de vários modelos de propagação de ondas;
4. Visualização e análise da informação resultante dos modelos numéricos de uma forma expedita;
5. Utilização das funcionalidades inerentes a um SIG comercial, tais como as suas capacidades de análise espacial.

O trabalho apresentado nesta comunicação insere-se essencialmente nos pontos 2 a 4, e consistiu basicamente no desenvolvimento da *interface* do SIMAR (Figura 3). Os modelos numéricos de propagação de ondas para os quais foi desenvolvida a *interface* são os modelos DREAMS (Fortes, 2002) e REFDIF (Dalrymple e Kirby, 1991). Para o teste da *interface* desenvolvida, foi utilizada a batimetria apresentada nos ensaios em modelo reduzido de Vincent e Briggs (1989). Esta batimetria foi escolhida devido à sua pequena dimensão, de modo a que os testes a efectuar se tornassem mais expeditos em termos de tempo computacional.

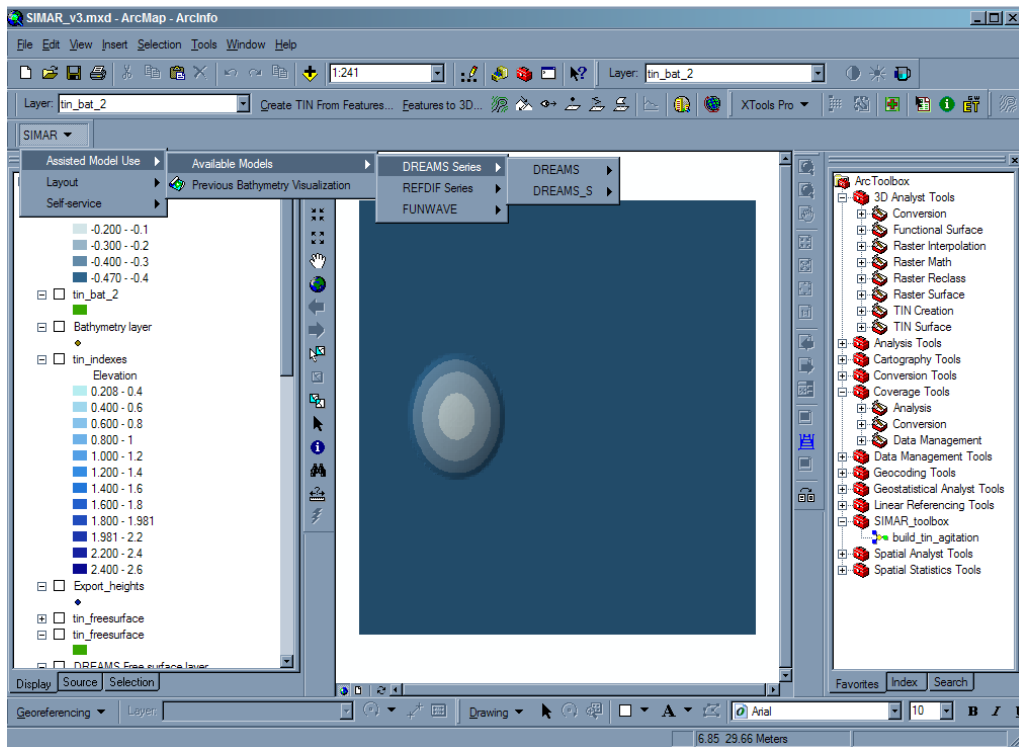


Figura 3. Menu principal do SIMAR

As vantagens já confirmadas da utilização do SIMAR foram as de maior simplicidade na manipulação e visualização dos resultados dos modelos numéricos em ambiente ArcGIS™, do que a verificada até ao momento através da utilização de outro *software*, como o Tecplot™ ou o XMGREDIT.

As principais lacunas encontradas até ao momento prendem-se com a versão do SIMAR que, por ser bastante preliminar, ainda não possibilita uma grande interacção do utilizador com os modelos numéricos de propagação de ondas implementados, e apenas permite a utilização de algumas das capacidades possíveis do *software* comercial de SIG que utiliza.

Como objectivos a curto prazo, pretende-se que o Sistema permita a alteração dos dados dos modelos através pela *interface*, possibilite a exportação dos dados do ambiente ArcGIS™ para o formato requerido pelos modelos numéricos, e que efectue automaticamente a visualização de outros tipos de resultados obtidos.

BIBLIOGRAFIA

- DALRYMPLE, R.A., KIRBY, J.T. 1991. *REF/DIF 1 Version 2.3 Documentation Manual. Combined Refraction/Diffraction Model*. CACR Report n.º 91-2, University of Delaware, January, 1991.
- FORTES, C.J.E.M. 2002. Transformações não-lineares de ondas marítimas em zonas portuárias. Análise pelo método dos Elementos Finitos. Tese de doutoramento em Eng. Mecânica, IST/DEM.
- GILMAN, J., CHAPMAN, D., SIMONS, R. 2001. "Coastal GIS: an integrated system for coastal management", in *Proc. 4th international symposium on computer mapping and GIS for coastal zone management*, Canada.
- VINCENT, C.L., BRIGGS, M.J. 1989. "Refraction-diffraction of irregular waves over a mound", *Journal of Waterways, Port, Coastal and Ocean Engineering*, ASCE, 115, 2, Março, pp. 269-284.

UNIDADES DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS UMA PROPOSTA METODOLÓGICA

Ana Carolina Pinto COELHO

Arquiteta e Urbanista e mestre em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental (UFPR – 2004), Especialista em Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas, Brasília, DF, Brasil, anacarolina@ana.gov.br

WILDE Cardoso Gontijo Júnior

Engenheiro civil e eletricitista (UnB – 1984/2003), especialista em gestão ambiental (UFSCar – 2003), mestrando em Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais (Unb – 2004/5), Especialista em Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas, Brasília, DF, Brasil, wilde@ana.gov.br

CARDOSO NETO Antônio

Engenheiro civil (EESC-USP – 1977), Mestre em Hidráulica e Saneamento (EESC-USP – 1983), PhD em Engenharia (University of Southampton – 1994), Especialista em Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas, Brasília, DF, Brasil, cardoso@ana.gov.br

RESUMO ALARGADO

A partir de 1997, com a sanção da lei nº 9.433, houve uma grande expectativa no país com a criação de Comitês de Bacia e com a inovação que esta legislação promoveu em função das prerrogativas destes colegiados. Em várias regiões mobilizam-se a sociedade civil e os poderes públicos visando a instalação das instâncias previstas em lei, sem, no entanto, existirem diretrizes macroregionais para a orientação sobre os planos de recursos hídricos e sobre a sustentabilidade da estrutura institucional a ser instalada.

Há necessidade que a partir de um plano nacional de recursos hídricos possamos dar as condições necessárias para o planejamento regional e para a instalação e implementação dos instrumentos previstos na política nacional, sejam estes instrumentos técnicos (outorga, enquadramento, plano, cobrança e sistema de informações) ou sejam institucionais (comitês e agências de bacias).

Definimos a base territorial para o planejamento como “a unidade mínima necessária para o planejamento dos usos dos recursos hídricos de uma ou mais bacias hidrográficas, integrando e articulando todas as políticas públicas com abrangência neste território, considerando que a gestão das águas necessita da execução de ações transversais dentro destas políticas e que o planejamento dos usos dos recursos hídricos poderá afetar também estas políticas.”

Por intermédio de ferramentas de georeferenciamento e de métodos matemáticos e estatísticos de análise (multicritério e análise de clusters), com a ajuda de métodos de tomada de decisão em ambiente diversos (método Delphi), além da consulta a especialistas integrantes do sistema democrático e participativo existente, são construídas as estruturas da base territorial e pactuadas para as solicitações sociais futuras.

Considerando as unidades estaduais como base para o agrupamento e determinação das UPs precisamos definir como se dará esta aglomeração. Já discutimos que quanto mais integradas mais adequado o planejamento único para os usos dos recursos hídricos das aglomerações.

Considerando que os planos regionais ou setoriais são elaborados de acordo com áreas de jurisdição das entidades competentes e que estes planos se caracterizam pelo diagnóstico, prognóstico e pela proposição de ações para a gestão setorial (ou regional), acreditamos que a intersecção das áreas jurisdicionais são elementos importantes na análise da integração.

Os critérios de integração deverão representar as principais interfaces entre a gestão de recursos hídricos e as demais políticas públicas no território das UPs. Nesse sentido, elegemos os seguintes grupos de critérios: I) critérios hídricos e ambientais; II) critérios sócio-econômicos e, III) critérios político-institucionais.

Os desenvolvimentos matemáticos a seguir serão utilizados neste artigo como apoio à análise da integração entre as unidades: a) representação matemática do fator de relevância para as unidades; b) representação matemática vetorial do fator de semelhança entre as unidades; c) distância representativa entre as unidades e d) análise estatística de clusters.

Fator de integração

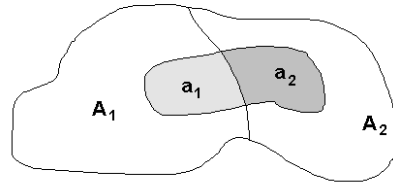


Figura 1

Além de exprimir quão relevante é o atributo comum a ambas as bacias, a Função de Integração deve expressar quão semelhantes são as duas bacias no que diz respeito à significância deste atributo. Sejam Φ_1 e Φ_2 os fatores que prescrevem o atributo em pauta há necessidade de utilização do Fator de Semelhança (Φ).

A Figura 2 mostra uma representação vetorial na qual \vec{v} é o vetor (Φ_1, Φ_2) , e \vec{u} é o vetor $(1,1)$ representando a direção de máximo valor do Fator de Semelhança. O ângulo formado entre os dois vetores será a medida de quão semelhantes são os dois vetores. Dado seu produto escalar

$$\cos \theta = \frac{\langle \vec{u}, \vec{v} \rangle}{|\vec{u}| \cdot |\vec{v}|} = \frac{\Phi_1 + \Phi_2}{\sqrt{2(\Phi_1^2 + \Phi_2^2)}}$$

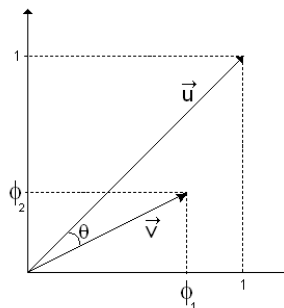


Figura 2

O Fator de Integração é o produto dos fatores (Ψ e Φ). Portanto,

$$F = \frac{2 \cdot a_1^2 \cdot a_2^2}{a_1^2 \cdot A_2^2 + a_2^2 \cdot A_1^2}; \text{ para os critérios que envolvem o } \textit{elemento \u00e1rea}.$$

$$F = \Psi; \text{ para os crit\u00e9rios que envolvem onde } \Phi_1 \text{ e } \Phi_2 \text{ s\u00e3o iguais a 1.}$$

Dist\u00e2ncia Representativa

Definimos a dist\u00e2ncia (D) como a dist\u00e2ncia a ser utilizada na an\u00e1lise de clusters.

$$D = \sum_{i=1}^N \Delta_i = 2 - FBP + \frac{\sum_{i=1}^N F_i \cdot P_i}{\sum_{k=1}^N P_k}$$

A metodologia propõe que as alternativas geradas pela análise de clusters sejam submetidas ao método Delphi e, após, discutidas “cara-a-cara” no âmbito do SNGRH.

SISTEMA COMPUTACIONAL DE AUXÍLIO À DECISÃO NO MANEJO INTEGRADO DE QUANTIDADE E DE QUALIDADE DE ÁGUA

TEIXEIRA, C.A.

Dra pela EPUSP, Brasil, 11-30915549 celimar.azambuja@poli.usp.br

PORTO, R.L.

Prof. Dr. EPUSP, Brasil, 11-30915549 rporto@usp.br

PORTO, M.

Prof. Dr.a EPUSP, Brasil, 11-30915549 mporto@usp.br

MÉLLO JR., A.V.

Dr. EPUSP, Brasil, 11-30915549 arivimel@usp.br

RESUMO ALARGADO

No Brasil, o principal desafio da política de recursos hídricos é a gestão sistemática da água sem dissociação dos aspectos de quantidade e de qualidade. Isso implica em dispor de ferramentas de análises que possam tratar o problema de forma integrada. O Acquanet é apresentado como um sistema de auxílio à decisão para a análise integrada de alocação e de qualidade da água em sistemas de recursos hídricos.

O sistema é composto de uma base de dados, uma base de modelos e um módulo de diálogo que são interligados via rotinas computacionais. A base de dados foi projetada para receber informações de demandas, características físicas e operacionais das estruturas de oferta de água, dados hidrológicos, dados de qualidade da água em rios e reservatórios e de lançamento de efluentes. A estrutura proposta para o banco de dados visou tanto a segurança operacional quanto a versatilidade de utilização. A integridade relacional na concepção das tabelas foi pensada de modo a minimizar a utilização de dados inconsistentes e impedir operações acidentais que possam descaracterizar a funcionalidade do banco.

A base de modelos receberá dados da base de dados e retornará ao usuário informações especialmente processadas para facilitar a tomada de decisões. Estas informações poderão ser armazenadas no banco de dados para facilitar consultas futuras. A função dos modelos é simular todo o sistema de aproveitamento de recursos hídricos e analisar diferentes alternativas de alocação de água entre seus reservatórios e os diversos consumos, incluindo aspectos quantitativos e qualitativos.

A análise da alocação da água nas bacias é realizada por um modelo de rede de fluxo que constitui uma classe de modelos de simulação que contêm um algoritmo de otimização. Esses algoritmos são altamente eficientes, o que significa que sistemas extremamente grandes e complexos podem ser tratados em microcomputadores comuns. A otimização dos modelos de rede de fluxo é executada a cada intervalo de tempo, de forma seqüencial. O intervalo mensal é usualmente o mais utilizado para os problemas de planejamento e gerenciamento de recursos hídricos, embora a técnica seja aplicável a intervalos mais curtos. Deve ser enfatizado, entretanto, que na maioria dos modelos de rede de fluxo a otimização efetuada não é dinâmica, ou seja, não se garante o ótimo global para um período de n intervalos de tempo à frente.

O modelo utilizado para simular a qualidade da água de rios é do tipo unidimensional e de regime de fluxo é permanente. Os rios que compõem o sistema são divididos em trechos. Cada trecho é visto como um elemento computacional onde ocorrem os mecanismos de transporte de carga e onde a concentração dos constituintes de qualidade da água está completamente misturada. Cada trecho deverá apresentar parâmetros constantes, tais como: área da seção, declividade, velocidade, vazão e

altura média da lâmina d'água. Cada segmento representa um volume de controle sobre o qual as equações que governam o balanço de massa serão aplicadas.

O Acquanet demonstrou grande facilidade para analisar o problema de qualidade da água em toda a bacia, permitindo uma apreciação global do sistema e incorporando as relações de causa e efeito ocorridas entre os diversos pontos da bacia, tornando a análise mais real e representativa do problema. Os cálculos são feitos de forma muito rápida podendo-se rodar vários cenários diferentes, podendo ser simulado possibilidades de tratamento em pontos de lançamentos para verificar alternativas de mínimo custo que melhorem as condições de qualidade da água na bacia.

A atual versão do Acquanet não permite a entrada dos parâmetros utilizados no modelo de qualidade a cada mês e não possui um calibrador automático. Isso torna o processo de calibração trabalhoso em situações em que o número e as combinações entre eles forem muito grandes.

A análise do sistema hídrico representado pelas bacias dos rios Jaguari e Camanducaia, localizadas no Estado de São Paulo no Brasil, mostrou que não há problema de abastecimento e que as vazões naturais são suficientes para atender as demandas. O reservatório poderá ser útil quando as demandas das bacias começarem a aumentar. Apesar de ter havido diferenças entre as medianas das concentrações calculadas e observadas de DBO, estas não foram significativas podendo-se dizer que os parâmetros que interferem na remoção da carga orgânica no sistema servem para representar o fenômeno na realidade.

De modo geral, as concentrações de DBO são elevadas logo após os lançamentos de efluentes, chegando a valores muito acima do limite (5 mg/l) para a maioria pontos. O decaimento da concentração de DBO apresentou comportamento diferente em cada trecho depende das características hidráulicas e das vazões consideradas. O modelo permite simular possibilidades de tratamento em pontos de lançamentos para verificar alternativas de mínimo custo que melhorem as condições de qualidade da água.

A água do rio Camanducaia que chega ao rio Jaguari, assim como a água do rio Jaguari que chega ao rio Atibaia, apresentam concentrações de DBO abaixo do limite crítico para a Classe II. Isso indica que cada bacia vista de forma isolada não compromete a qualidade das águas do rio onde deságua, a partir do ponto de confluência.

PALAVRAS-CHAVE: modelagem, qualidade da água, alocação, manejo integrado

ABSTRACT

In Brazil, the main challenge of the water resources politics is the systematic management of the water without separation of the quality and amount aspects. This implies in making use of tools of analyses that can deal with the problem integrated form. The Acquanet is presented as a system of aid to the decision for the integrated analysis of allocation and quality in water resources systems. The Acquanet demonstrated great easiness to analyze the problem, allowing a global appreciation of the system and incorporating the relations of cause and effect between the diverse points of the basin. This becomes the analysis most real and representative of the problem. The calculations are made of fast form making possible to simulate some different scenes. Treatments of effluent in launching points can be simulated to verify alternative of minimum cost.

DREAMS-SIMNAV

Conceição Juana E. FORTES

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

João A. SANTOS

Eng. Civil, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, +351.218443451, jasantos@lnec.pt

António GONÇALVES

Eng. Informático, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, +351.218443748, agoncalves@lnec.pt

Liliana V. PINHEIRO

Eng. Civil, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, +351.218443912, lpinheiro@lnec.pt

Tiago GREGÓRIO

Eng. Informático, Link Consulting, Av. Duque de Ávila 23, 1000-138, Lisboa, +351.967738986, tiagosmq@gmail.com

RESUMO

Nesta comunicação, descreve-se a aplicação informática DREAMS-SIMNAV que permite o pré e o pós-processamento de dados e resultados de dois modelos numéricos, um para a simulação da propagação e deformação da agitação marítima em zonas portuárias, DREAMS, e outro para a simulação da navegação em zonas portuárias, SIMNAV.

Esta aplicação é constituída por uma interface com o utilizador baseada em formulários e é suportada por uma base de dados criada no Sistema de Gestão de Base de Dados (SGBD) MS Access™ e utiliza o *Visual Basic for Applications* (VBA) como linguagem de programação.

Na base de dados são armazenados todos os dados relativos aos dois modelos. A interface desenvolvida permite a execução dos dois modelos numéricos em sequência, bem como a utilização destes dois modelos por parte de pessoal não especializado.

Para ilustrar as funcionalidades da aplicação informática DREAMS-SIMNAV, esta é aplicada na caracterização da agitação marítima e simulação da navegação no porto do Caniçal. Deste modo, ilustram-se as potencialidades e limitações do DREAMS-SIMNAV como ferramenta auxiliar dos estudos de engenharia costeira e portuária realizados no LNEC.

PALAVRAS-CHAVE: DREAMS-SIMNAV, Aplicação informática, Agitação marítima, Navegação, Modelos numéricos, Pré e pós-processamento de dados e resultados

ANÁLISE DE INTEGRAÇÃO LINEAR COMO PROPOSTA METODOLÓGICA PARA A ORIENTAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS DE RECUPERAÇÃO DE RIOS TROPICAIS (RIO UBERABA-MG, BRASIL).

Domingos Sávio BARBOSA

Biólogo, MSc. Núcleo de Estudos de Ecossistemas Aquáticos, Universidade de São Paulo-EESC. Brasil. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental

Evaldo L. G. ESPÍNDOLA

Biólogo, ph.D, Professor Associado, Núcleo de Estudos de Ecossistemas Aquáticos, Depto de Hidráulica e Saneamento, EESC, Universidade de São Paulo, Av. Trabalhador Sarcantense nº 400 Cx. Postal 292, São Carlos, SP, Brasil – e-mail: elgaeta@sc.usp.br

INTRODUÇÃO

Um dos grandes problemas atuais da pesquisa ecológica é a dificuldade do retorno social dos resultados, pois o fato de a ecologia ser uma disciplina essencialmente holística em muitos casos não é suficiente para se fazer compreensível fora do âmbito acadêmico. Isto se deve muito provavelmente à dificuldade que o pesquisador tem de estabelecer uma ligação entre o seu estudo de laboratório e os anseios daqueles que financiam a sua pesquisa, que em última instância é a sociedade.

Este estudo buscou atender a dois propósitos principais: elaborar um documento que discuta os aspectos ecológicos de rios e pautar sob à luz da ciência a problemática ambiental do rio Uberaba.

Desta forma, procurou-se sintetizar as informações e discussões apresentadas remetendo a análise para a geração de ferramentas de gestão e políticas ambientais, com ênfase nos recursos hídricos (rio Uberaba-MG). Trata-se de um documento de caráter técnico, cujas recomendações buscam estar compatíveis com um termo médio, entre as sustentabilidades ambiental e social, mas sem extrapolar os processos políticos necessários para sua implementação.

MATERIAL E MÉTODOS

A análise baseia-se na síntese das informações com representação gráfica das principais tendências e recomendações. Propõe-se uma análise de integração linear de variáveis, utilizando-se de uma adaptação do TQS (tríade da qualidade do sedimentos), como descrita em Zamboni & Abessa (2002) que, originalmente, integra dados ecotoxicológicos, níveis de contaminação e descritores da comunidade de macroinvertebrados bentônicos.

Desta forma os NI de cada variável utilizada na análise (IQA, protocolo e BMWP) foram plotados em um gráfico de três eixos separados entre si por um ângulo de 120°. A interpretação é dada através da comparação entre o triângulo formado pela estação de referência e o triângulo formado pela estação em questão.

Ressalta-se que quanto mais variáveis compuserem o NI melhor se torna a precisão do método. Selecionou-se o IQA, o protocolo de habitats e o BMWP por estes já integrarem diversas variáveis mensuradas no campo e estarem ponderadas de acordo com seu grau de importância ambiental.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da integração de variáveis é possível visualizar, de modo simplificado, a relação entre as três variáveis apresentadas anteriormente. Quanto mais o triângulo escuro (estação em análise) for

semelhante ao triângulo claro (área de referência), melhores serão as condições ambientais da estação. Além disto, a assimetria dos eixos mostra qual variável está mais distante das condições ótimas e, desta forma, aponta qual (ais) variável (is) tem prioridade de ação.

Observa-se que com relação à semelhança com a estação de referência (estação C) as estações B, D, E e I apresentaram maior semelhança. Desta forma, salvo as particularidades de cada caso, as estações A, F, G, H e J devem receber uma atenção prioritária em relação ao contexto global de qualidade.

Nas estações B, D, E e I, apesar da maior semelhança com a estação de referência, as ações prioritárias, em geral, devem enfatizar a conservação do habitat e da qualidade e conseqüentemente das comunidades aquáticas.

As ações prioritárias nas estações A, F e J devem priorizar a conservação das comunidades aquáticas (comunidade bentônica) e dos habitats aquáticos. Nas estações G e H as ações devem priorizar a qualidade da água, tendo como referência a conservação das comunidades aquáticas.

Desta forma, considerando a beleza cênica e a importância biológica, três áreas devem receber atenção especial em uma eventual criação de parque ou reserva no rio Uberaba: a área de nascente (Estação A), por ser uma área alagável responsável pela recarga do lençol freático da bacia; a área da cachoeira (acima da estação C) pelo alto potencial turístico e elevado grau de conservação e a região de várzea, próximo ao rio Grande, pela importância para a diversidade biológica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cenário ambiental do rio Uberaba permite a adoção de medidas mitigatórias e preventivas no sentido de minimizar os efeitos deletérios das ações antrópicas sobre o rio. Três zonas com impactos preponderantes diferentes devem ser avaliadas como maior cautela: a) antes do município de Uberaba existe a predominância de atividades agrícolas que promovem impactos pela entrada contínua de sedimentos e oferecem riscos pela entrada de agrotóxicos e fertilizantes, b) Abaixo do município de Uberaba, a entrada de efluentes gera acentuada degradação da qualidade da água e conseqüente perecimento das comunidades biológicas, até a região próxima ao município de Veríssimo, e c) a região compreendida entre os municípios de Veríssimo, Conceição das Alagoas e Planura, pelo crescente risco de degradação da qualidade da água decorrente da entrada de efluentes e do aumento do desmatamento nas margens do rio Uberaba e afluentes.

Constata-se que esta abordagem metodológica é satisfatória como interface de comunicação entre cientistas e não-cientistas, possibilitando o desenvolvimento de mecanismos de suporte à decisão de projetos de renaturalização fluvial.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Dra. Leila Beatriz S. Cruz, ao Téc. Amândio de Menezes Nogueira, Dra. Márcia N. Eler, Dra. Janete Brigante e ao Dr. Alessandro Minillo.

BIBLIOGRAFIA

ZAMBONI, A. J & ABESSA, D.M.S (2002) *“Tríade da qualidade de sedimentos. 233-243p. In: Métodos em ecotoxicologia marinha: aplicações no Brasil”* editado por NASCIMENTO, I.A; SOUZA, E.C.P.M & NIPPER, M. São Paulo: editora Artes Gráficas. 262p.

INTEGRAÇÃO SIG E MODELOS DE SIMULAÇÃO DE ÁREAS INUNDÁVEIS: BACIA DO RIO PARARANGABA

Íria VENDRAME

Professora Adjunto, Instituto Tecnológico de Aeronáutica-ITA, Praça Mal. Eduardo Gomes, 50, São José dos Campos, São Paulo, Brasil, hiria@ita.br

Vinícius S. OLIVEIRA

Mestrando, Instituto Tecnológico de Aeronáutica-ITA, Praça Mal. Eduardo Gomes, 50, São José dos Campos, São Paulo, Brasil, vso@ita.br

RESUMO

Apresentam-se os resultados de estudos hidrológicos e hidráulicos desenvolvidos na bacia hidrográfica do rio Pararangaba, situada no município de São José dos Campos, estado de São Paulo, Brasil, na qual se observa um processo intensificado de urbanização com freqüente ocorrência de inundações. A metodologia proposta para tal é a obtenção dos parâmetros fisiográficos característicos da bacia, através de técnicas de geoprocessamento e a subsequente integração desses dados aos sistemas de modelagem hidrológica chuva-vazão, HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center – Hydrologic Modelling System), e de simulação hidrodinâmica da onda de cheia, HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center – River Modelling System). Uma grade com os valores do parâmetro CN foi obtida, para a bacia hidrográfica, aplicando-se o CRWR-PrePro, a partir da união das informações presentes nos mapas de Uso e Ocupação do Solo e Geológico, seguindo-se a metodologia de integração desses planos de informação proposta pelo Soil Conservation Service(SCS) juntamente com os métodos de transformação de dados espaciais em formato vetorial para representação matricial. As técnicas de geoprocessamento aplicáveis à modelagem hidrológica de bacias urbanas são apresentadas de forma integrada, o que permite a visualização planimétrica dos planos de inundação críticos (chuvas com período de retorno de 10, 50 e 100 anos) sobre a superfície física da bacia hidrográfica do rio Pararangaba. Os valores de lâminas d'água obtidos via modelagem hidrodinâmica ajustaram-se muito bem aos valores de lâminas observados no bairro Jardim Nova Detroit.

PALAVRAS-CHAVE: planos de inundação, SIG e modelos hidrológicos.

APLICAÇÃO DE MÉTODOS PROBABILÍSTICOS DE NÍVEL II E III À VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA DO MANTO DO MOLHE OESTE DO PORTO DE SINES

Isaac Almeida de SOUSA

Eng.º Civil, LNEC, Av. do Brasil, 1700-066, Lisboa, +351.21.8443912, isousa@lnec.pt

Maria Teresa REIS

Eng.ª Civil, LNEC, Av. do Brasil, 1700-066, Lisboa, +351.21.8443427, treis@lnec.pt

João Alfredo SANTOS

Eng.º Civil, LNEC, Av. do Brasil, 1700-066, Lisboa, +351.21.8443451, jasantos@lnec.pt

RESUMO

De forma a melhorar a calendarização de operações de manutenção/reparação do manto de quebra-mares de taludes, encontra-se em desenvolvimento no LNEC um projecto de investigação em consórcio, designado MEDIRES (SILVA et al. 2003), com os objectivos de: i) melhorar as actuais ferramentas de levantamento da envolvente do manto; ii) desenvolver métodos para avaliar a probabilidade de falha do manto de um troço de um quebra-mar. Os métodos probabilísticos são os mais adequados à determinação desta probabilidade de falha.

Descreve-se, nesta comunicação, a aplicação de métodos probabilísticos de níveis II e III à verificação da segurança ao modo de falha por instabilidade hidráulica do manto do perfil actual e do perfil inicial (isto é, o perfil que foi destruído pelos temporais de 1978 e 1979) do molhe oeste do porto de Sines.

A instabilidade dos blocos do manto é avaliada usando a fórmula de Hudson. Os métodos probabilísticos utilizados permitem que as variáveis aleatórias intervenientes nesta fórmula sejam descritas por distribuições estatísticas. No nível II, estas distribuições são aproximadas por distribuições normais equivalentes e independentes. No nível III as distribuições são consideradas, sem qualquer aproximação, no cálculo da probabilidade de falha.

Para o efeito, aplicou-se o pacote numérico de nível II existente no LNEC, PARASODEBALI (REIS 1998, SOUSA 2003), e o software comercial de nível III, @RISK (PALISADE CORPORATION 2002). O primeiro baseia-se no método conhecido por First Order Reliability Method (FORM) enquanto que o segundo permite o cálculo probabilístico através das técnicas de amostragem de Monte Carlo e Latin Hypercube Sampling.

Apesar das aproximações inerentes ao FORM, a diferença entre os valores da probabilidade de falha do manto calculados através dos dois programas não é significativa. A diferença, em valor relativo, entre a probabilidade de falha calculada pelo PARASODEBALI e a calculada pelo @RISK revelou ser inversamente proporcional à probabilidade de falha. Considerando os resultados do @RISK como referência, a probabilidade de falha anual do perfil actual do molhe oeste do porto de Sines é de 0,42%. Assumindo que este valor não varia ao longo do tempo e que os anos são independentes entre si, a probabilidade de falha para um período igual a 50 anos é de aproximadamente 19%. A probabilidade de falha anual do perfil inicial é de 1,27% que corresponde a um valor de 47% para um período de 50 anos. Estes resultados tornam evidente o aumento da estabilidade hidráulica do manto com a solução adoptada actualmente. No entanto, importa referir que estes são valores cuja fiabilidade está fortemente condicionada pelos dados e pela função de falha utilizados.

A análise de sensibilidade realizada (gráficos das Figuras 1 e 2) demonstrou que o valor médio e o desvio padrão da média do décimo mais alto das alturas de onda, $H_{1/10}$, e o valor médio do

coeficiente de estabilidade, K_D , influenciam significativamente o valor da probabilidade de falha obtida. Estes resultados acentuam a necessidade de se recolher e tratar, de forma contínua, dados de agitação marítima.

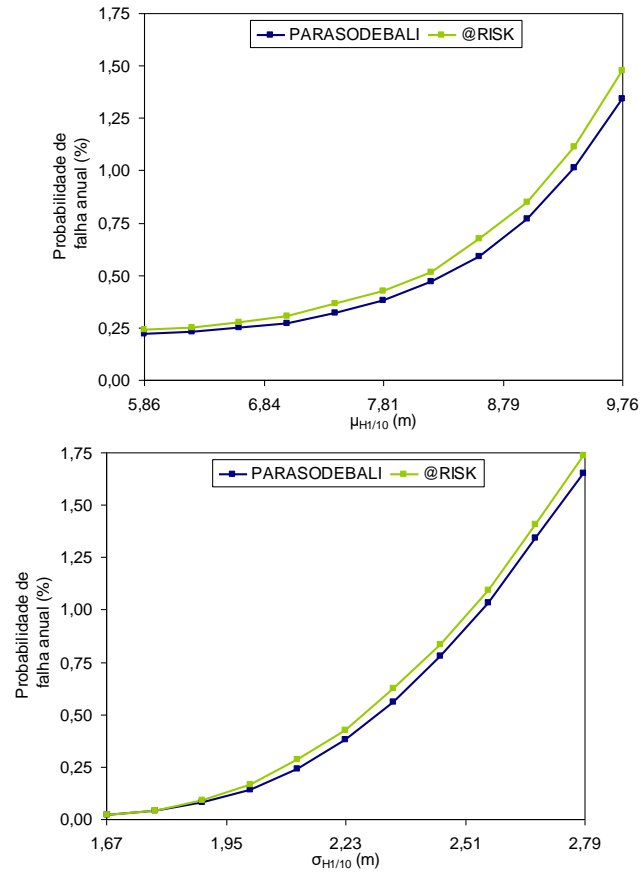


Figura 1 – Probabilidade de falha anual em função do valor médio e do desvio padrão de $H_{1/10}$.

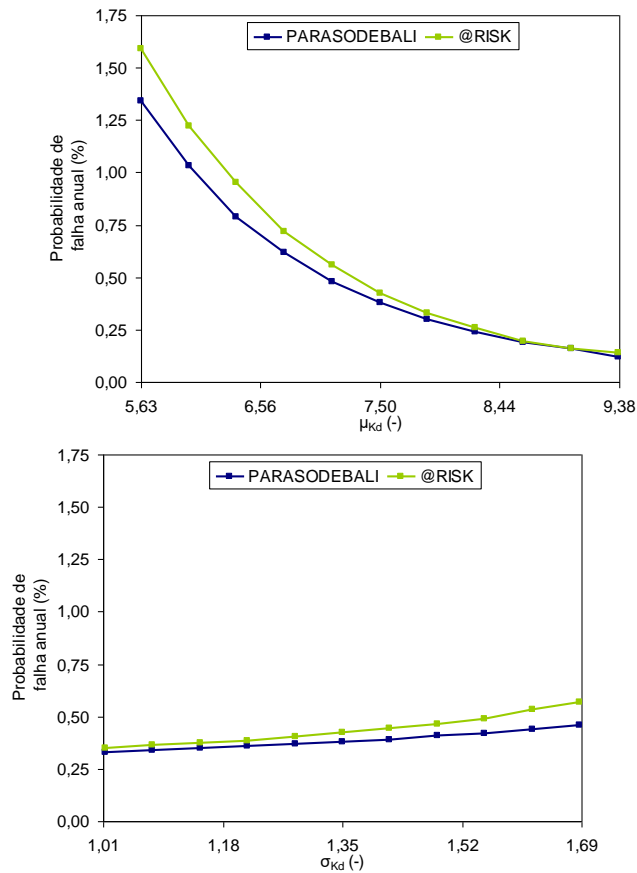


Figura 2 – Probabilidade de falha anual em função do valor médio e do desvio padrão de K_D .

BIBLIOGRAFIA

- PALISADE CORPORATION 2002. Guide to Using @RISK: Risk Analysis and Simulation Add-In for Microsoft Excel. Version 4.5, Palisade Corporation, EUA.
- REIS, M.T. (1998). Probabilistic Assessment of the Safety of Coastal Structures. Tese de Doutoramento, Department of Civil Engineering, University of Liverpool, Inglaterra.
- SILVA, L.G.; SANTOS, J.A.; NEVES, M.G.; SILVESTRE, C.; OLIVEIRA, P.; PASCOAL, A. (2003). "Tools for the Diagnosis and Automated Inspection of Semi-Submerged Structures", in Proc. 13th International Harbour Congress, Antuérpia (Bélgica), 30 de Março a 1 de Abril, pp. 55-62.
- SOUSA, I.A. (2003). Verificação da Segurança à Estabilidade do Manto de Quebra-Mares de Taludes Utilizando Métodos Probabilísticos de Nível II. Trabalho Final de Curso, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa.

MODELAÇÃO HIDRÁULICA E DA QUALIDADE DA ÁGUA EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO MÉTODO DAS CARACTERÍSTICAS “ADAPTADO”

Jorge M. P. AMADO

Engº Civil, Prof. Adjunto do DEC - E.S.T.G - I.P.Guarda, Av. Dr. Francisco Sá Carneiro, nº 50, 6300-559, Guarda, 271220120; jwriter@ipg.pt

José A. S. MARQUES

Engº Civil, Professor Auxiliar do DEC - F.C.T.U.C., Pólo II, Pinhal de Marrocos, 3030 -290, Coimbra, 239 797 148, jasm@dec.uc.pt

Ana M. S. FERREIRA

Engª Civil, Assistente do DEC -E.S.T.G -I.P.Guarda, Av. Dr. Francisco Sá Carneiro, nº 50, 6300-559, Guarda, 271220120; afferreira@ipg.pt

RESUMO

A modelação computacional, associada a uma adequada percepção física dos sistemas de abastecimento de água e dos demais fenómenos envolvidos, contribui com certeza para uma adequada análise do funcionamento dos mesmos, potenciando assim uma melhor execução e exploração das obras, nas vertentes económica, de segurança e de qualidade de serviço às comunidades.

Nesta óptica, vários autores têm levado a cabo estudos no sentido de ser alcançada uma adequada modelação hidráulica e da qualidade da água dos sistemas, em condições de regime permanente e variável. Para escoamentos em condições de regime permanente, existem vários modelos que garantem um adequado rigor e performance de cálculo para serem implementados nas aplicações práticas de engenharia. Para os escoamentos em regime variável, o modelo mais utilizado e que apresenta excelentes resultados em termos de exactidão da solução das variáveis hidráulicas é o Método das Características (MOC), podendo no entanto, em sistemas complexos, tornar-se muito exigente em termos de esforço computacional, acrescentando-se ainda a necessidade de modelar também os problemas da qualidade da água em regime variável.

É nesta perspectiva “*dinâmica*” e com o intuito fundamental de dar um contributo para fazer face às questões supra referenciadas, que foi desenvolvido um modelo de cálculo computacional em que, por aplicação do *Método das Características* a sistemas complexos, é possível resolver os mesmos em condições de regime permanente, quasi-permanente e variável, tanto na *modelação das variáveis hidráulicas* como da *qualidade e idade da água*, utilizando a mesma estrutura de cálculo e de dados e ainda o mesmo “*motor de cálculo*”: *Método das Características “Adaptado”*.

Apresentam-se dois casos de estudo: no primeiro (Figura 1) são comparados o esforço computacional e os valores da concentração do cloro nos nós de uma rede “clássica” da literatura da especialidade, ROSSMAN e BOULOS (1993), considerando o modelo de cálculo desenvolvido e os resultados gerados pelo *Software EPANET 2.0*, considerando dois cenários (permanente e gradualmente variado) e ainda a solução teórica; no segundo caso (Figura 4), estuda-se uma rede real em fase de projecto de execução, na qual é avaliado o esforço computacional do modelo de cálculo desenvolvido e comparados os valores da concentração de cloro em alguns nós, em situação de regime permanente, considerando o modelo proposto e os valores resultantes da aplicação do *Software EPANET 2.0*.

Pode referir-se que o modelo desenvolvido se configura como um modelo de carácter global na resolução de problemas ligados à modelação de sistemas de distribuição de água (*Modelação Hidráulica e da Qualidade da Água*), em regime permanente e variável, considerando uma mesma estrutura de dados e metodologia de análise, adoptando incrementos de tempo muito pequenos e um “*motor de cálculo*” pouco pesado.

Também em sistemas complexos o modelo apresentou boas performances computacionais, tendo em conta a modelação híbrida sugerida, conseguindo-se baixar em muito o esforço de cálculo, sem que seja colocado em causa o rigor das soluções a alcançar.

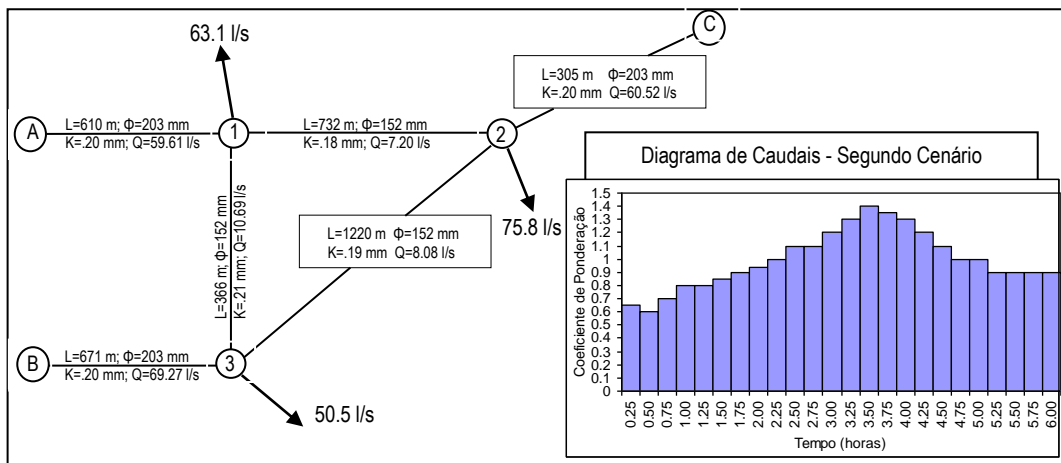


Figura 1: Rede de distribuição adaptada de ROSSMAN e BOULOS (1993).

Na Figura 2 é efectuada uma análise comparativa dos valores obtidos para a evolução da concentração de cloro nos nós 1, 2 e 3 recorrendo ao modelo desenvolvido, aqui identificado como *MOCHQ*, ao *Software EPANET 2.0* e à solução teórica (que não foi apresentada uma vez “*coincidir*” com a solução resultante do modelo desenvolvido). Na Figura 3 é efectuada uma análise afim com a efectuada para a Figura 2, mas agora afectando os caudais de base pelo diagrama de carga indicado na mesma figura 1.

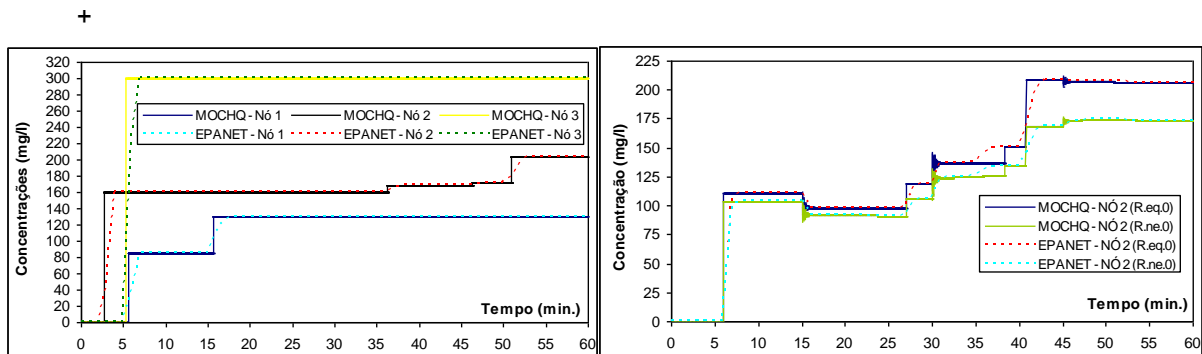


Figura 2: Evolução da concentração de cloro nos nós 1, 2, 3 (cenário 1); Figura 3: Evolução da concentração de cloro no nó 2 (cenário 2)

Na Figura 5 é apresentada graficamente a evolução de cloro residual livre, ao longo do tempo, para o nó mais afastado do reservatório considerando uma situação conservativa e uma situação não conservativa (coeficiente de decaimento na parede e no interior do escoamento: $k_w = -1$ m/dia e $k_b = -0.5$ /dia).

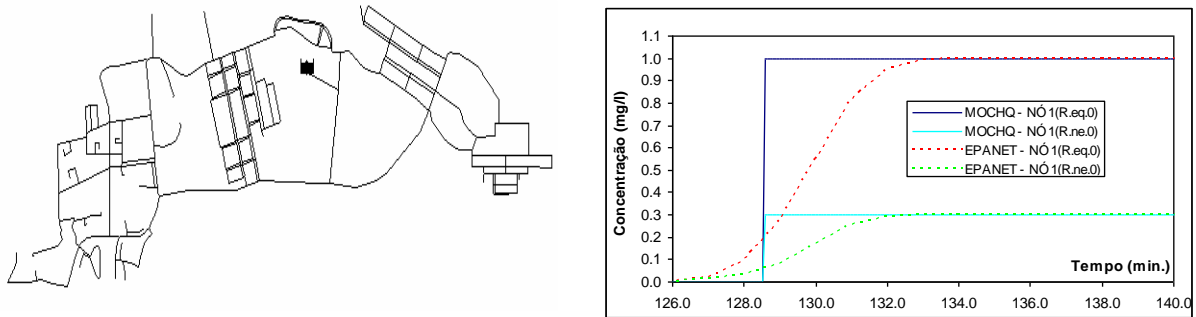


Figura 4: Traçado esquemático da rede para o segundo caso de estudo; Figura 5: Evolução da concentração de cloro no nó mais afastado do reservatório

PALAVRAS-CHAVE: Modelação de Sistemas de Abastecimento de Água; Escoamentos Variáveis; Escoamentos Permanentes; Método das Características; Modelos Híbridos.

SOPRO – PACOTE INFORMÁTICO PARA A CARACTERIZAÇÃO DA ONDULAÇÃO EM PORTOS

Liliana V. PINHEIRO

Eng. Civil, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, +351.218443 912, lpinheiro@lnec.pt

Conceição Juana E. FORTES

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

João A. SANTOS

Eng. Civil, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, +351.218443451, jasantos@lnec.pt

Maria da Graça NEVES

Eng. Civil, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, +351.218443426, gneves@lnec.pt

Rui CAPITÃO

Eng. Civil, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, +351.218443688, rcapitao@lnec.pt

Alexandre COLI

Oceanógrafo, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, +351.218443756, abcoli@lnec.pt

António GONÇALVES

Eng. Informático, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, +351.218443748, agoncalves@lnec.pt

RESUMO ALARGADO

Nesta comunicação, apresenta-se uma descrição do pacote de software integrado SOPRO, para a caracterização da agitação marítima perto de estruturas de protecção costeira e no interior de portos. Este pacote conjuga uma interface gráfica com diversos módulos que incluem uma base de dados de agitação marítima da costa portuguesa e diversos modelos de propagação dessa mesma agitação. O pacote foi criado no Sistema Gestor de Base de Dados (SGBD) Microsoft Access™ e utiliza o *Visual Basic for Applications* (VBA) como linguagem de programação.

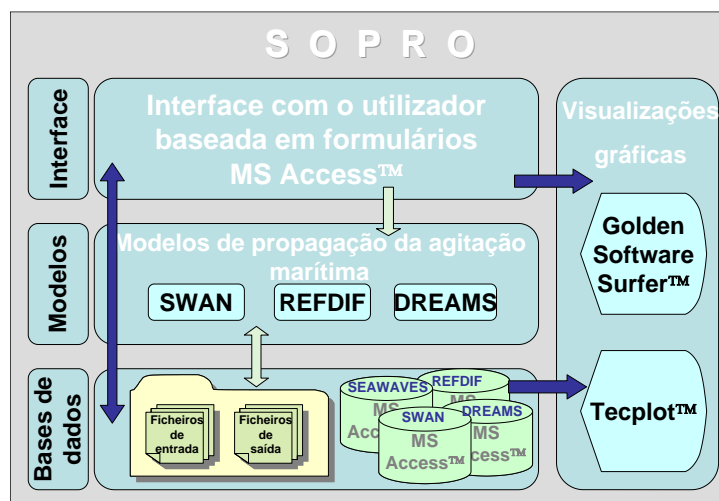


Figura 4 – Estrutura geral do SOPRO.

A interface gráfica permite armazenar e manipular dados de forma fácil assim como executar os modelos de propagação da agitação marítima, obter os resultados e criar as correspondentes visualizações gráficas, Figura 4. O conjunto de módulos inclui o módulo SEAWAVES de consulta de bases de dados de agitação marítima e os módulos relativos aos modelos de propagação de agitação marítima, como por exemplo: SWAN, REFDIF e DREAMS. A selecção do modelo (ou modelos) mais apropriado depende do objectivo do estudo e dos fenómenos envolvidos na propagação da agitação.

Quando se inicia a execução do pacote SOPRO surge uma janela, Figura 5, que permite escolher o módulo que se quer usar.

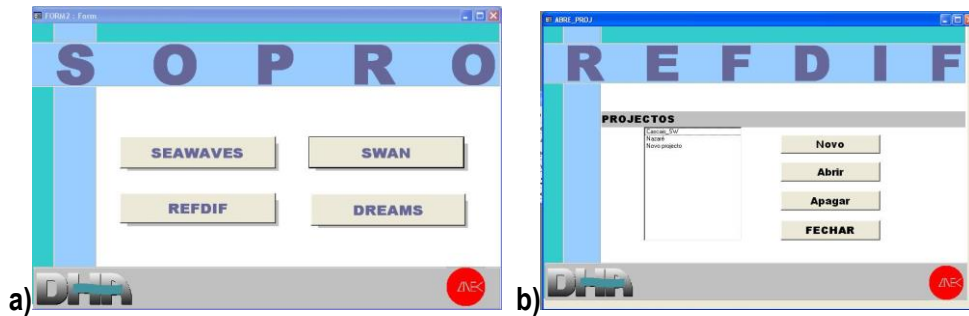


Figura 5 – a) Janela inicial do pacote SOPRO. b) Janela de edição de projectos

A abertura de um novo projecto é acompanhada da criação automática de uma pasta, dentro da qual serão guardados todos os ficheiros relevantes desse projecto. Ao abrir um projecto, quer seja novo ou existente, são mostrados ao utilizador diversos formulários, correspondentes ao módulo que se está a utilizar, que permitem a introdução dos dados necessários, a definição de ficheiros de entrada e saída de resultados, a execução do modelo e a visualização dos seus resultados. A representação gráfica de dados e resultados no SOPRO é realizada com os programas Golden Software Surfer™ ou Tecplot™.

O pacote foi aplicado a dois casos de estudo diferentes: o primeiro pretende caracterizar o regime de agitação em frente ao quebra-mar oeste de Sines e envolve os módulos SEAWAVES e SWAN; o segundo pretende simular as condições de agitação na zona adjacente à Marina de Cascais e envolve os módulos REFDIF e DREAMS. Estes estudos permitem avaliar as principais vantagens e limitações deste pacote. Na Figura 6 pode ver-se uma representação gráfica dos resultados do modelo REFDIF para o caso de estudo da zona adjacente à marina de Cascais.

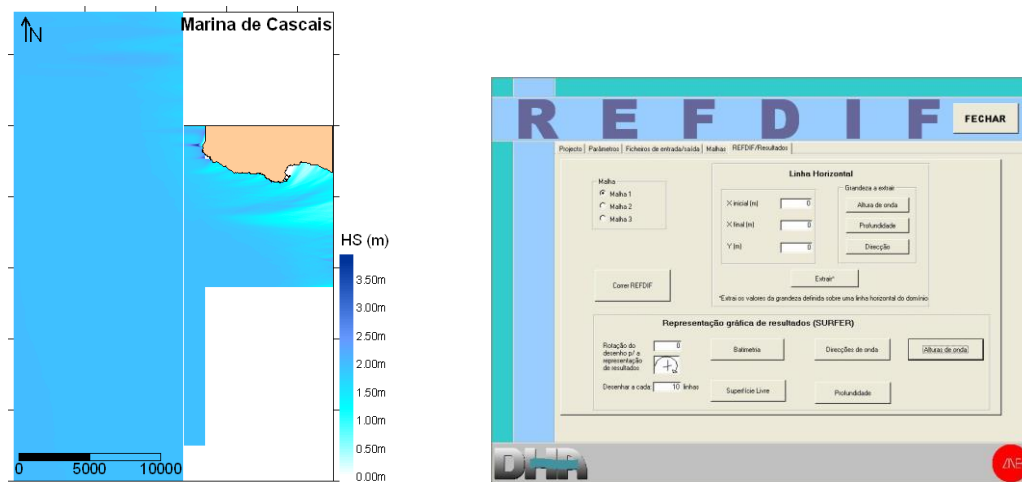


Figura 6 – a) Representação gráfica dos valores de altura de onda obtidos com o módulo REF D I F do SOPRO; b) Formulário para obtenção dos valores na fronteira de DREAMS.

Nos exemplos apresentados, verificou-se que o SOPRO permite realizar aqueles estudos de forma interactiva e amigável, reduzindo o tempo de preparação dos dados e visualização dos resultados, mesmo quando tais tarefas são executadas por utilizadores que não estão familiarizados com os modelos.

Em conclusão, o pacote SOPRO permite de forma integrada realizar estudos de propagação da agitação marítima desde o largo até ao interior de zonas abrigadas, simplificando gestos repetitivos e diminuindo a ocorrência de erros em procedimentos complicados. Ainda existem muitos melhoramentos a serem implementados, como por exemplo, a interligação entre todos os modelos e transferência automática de informação entre eles; a uniformização das estruturas de dados e resultados dos vários modelos; o estabelecimento de regimes de agitação de forma automática; inclusão de outros modelos de propagação de ondas e a sua interligação com os restantes módulos.

SOBRE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA APOIO À GESTÃO DE EMERGÊNCIAS PROVOCADAS POR CHEIAS INDUZIDAS

Maria Alzira SANTOS

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

António GONÇALVES

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

Henrique SERRANO

Estagiário, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066, Lisboa, +351.21.844 37 48, hserrano@lnec.pt

RESUMO ALARGADO

As cheias naturais ou induzidas são fenómenos que podem provocar roturas significativas nos sistemas hídricos ao mesmo tempo que podem ter importantes impactos sociais e económicos nos vales afectados. A minimização desses efeitos passa essencialmente por dois tipos de medidas: as medidas estruturais e as não-estruturais, que podem ser preventivas ou reactivas. As acções de resposta à emergência encontram-se entre estas últimas. Para serem efectivas, estas acções têm de ser planeadas com antecedência e requerem a disponibilização de informação muito diversa e proveniente de várias fontes, incluindo a caracterização física e sócio-económica do vale, a identificação dos agentes a mobilizar em caso de catástrofe, e, a inventariação dos meios e recursos disponíveis. Os dados a usar são do tipo alfanumérico ou geográfico e a sua gestão requer ferramentas adequadas de armazenamento, manipulação e disseminação. No caso dos riscos de cheias induzidas por acidentes ou incidentes com barragens, o controlo de segurança, o planeamento de emergência, e a condução das acções de resposta estão regulamentados através do Regulamento de Segurança de Barragens (Decreto-lei nº 11/90 de 6 de Janeiro), que se aplica às barragens com altura superior a 15 m ou com volume de armazenamento superior a 100 000 m³. Segundo este regulamento, estas barragens devem dispor de estudos de análise do risco de rotura e de propagação de inundações e de mapeamento de zonas de risco. Devem ainda elaborar planos de emergência e implementar sistemas de aviso e alerta. Por isso, o planeamento das acções de socorro constitui uma actividade importante da política de protecção civil, desempenhando os planos de emergência um papel essencial na minimização dos riscos de catástrofe. A complexidade do processo de resposta à emergência e a dinâmica do sistema, aliadas ao volume de informação a gerir, sugere que se recorra às tecnologias de informação para apoiar a resposta à emergência. Na prática, tal sistema de informação, está necessariamente associado à gestão de grandes volumes de dados, sendo actualmente, uma base de dados a melhor forma de manter essa informação, independentemente do seu volume. A base de dados é assim uma componente importante deste sistema de informação. Mas, o armazenamento de dados, só por si não é suficiente para apoio às situações de emergência. O sistema deve ainda fornecer um conjunto de funcionalidades que permitam gerir (processar os dados e apresentá-los de forma perceptível aos agentes que tomam decisões), se possível automaticamente, a informação que deve constar nos planos de emergência. Por fim, e não menos importante do que as funcionalidades de processamento dos dados a incluir no sistema, há que considerar a questão do registo dos dados. Por exemplo, na utilização do sistema para a preparação dos planos de emergência, é plausível que, por exemplo, os dados de caracterização dos elementos em risco sejam registados manualmente. No entanto, no caso de se pretender utilizar o sistema numa situação real, não parece plausível que o estado desses elementos (destruídos, inundados, etc.) seja actualizado manualmente. A automatização na recolha e registo de dados é importantíssima caso se pretenda que este sistema seja uma mais valia numa situação real. No caso deste sistema de informação ser utilizado no apoio a

acções de formação do pessoal envolvido e em exercícios de simulação, é ainda necessário que inclua funcionalidades para analisar e processar os dados registados durante esses exercícios de treino.

Nesta comunicação, tecem-se algumas considerações sobre a resposta à emergência provocadas por cheias induzidas em Portugal e sobre um sistema de informação de apoio às acções de planeamento e à elaboração de planos de emergência duma barragem. Apresentam-se os requisitos funcionais do sistema e a estrutura da base de dados (Figura 1) para armazenamento da informação necessária à gestão da emergência (antes, após e eventualmente durante a ocorrência).

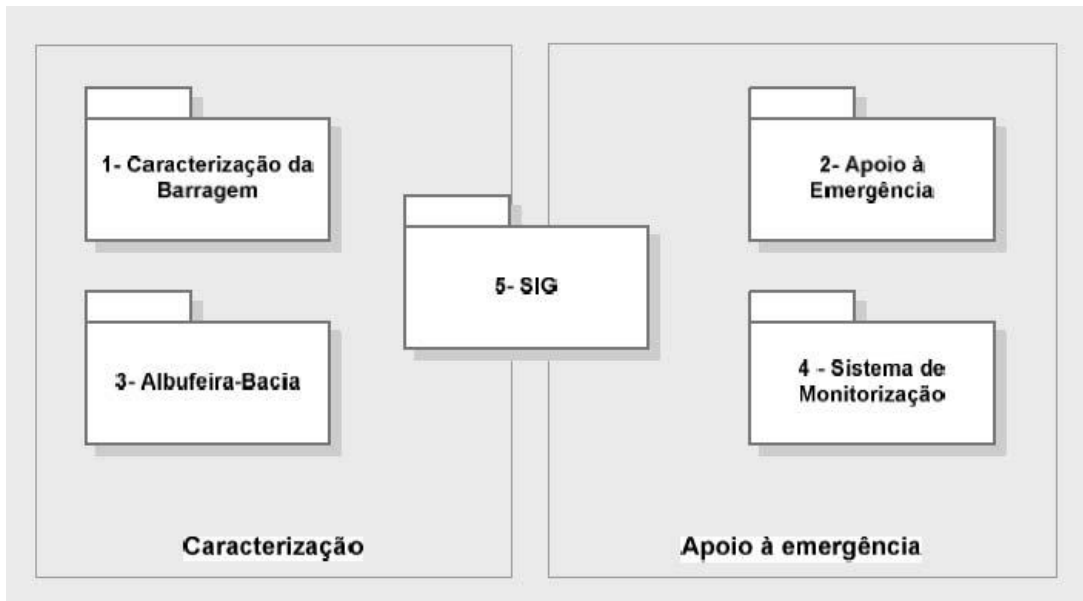


Figura 1 - Organização da base de dados do sistema de informação por pacotes

O sub-sistema de caracterização da barragem contém informação sobre a barragem e os seus órgãos hidráulicos e segurança. O sub-sistema de apoio à emergência contém informação relevante sobre os elementos em risco e os meios e recursos disponíveis bem como os cenários de rotura e todos os procedimentos e acções de resposta à emergência. O sub-sistemas 3 deve conter informação útil sobre as características hidro-morfológicas da albufeira. Por fim, o sub-sistema de monitorização deve dar acesso às observações dos sensores instalados na barragem, com vista à monitorização do seu comportamento, e aos outros sensores hidro-meteorológicos (udómetros, limnígrafos, sismógrafos, etc.) instalados na bacia drenada pela barragem. No sistema a implementar, estes sub-sistemas deverão apenas estabelecer a ligação ao Sistema Nacional de Recursos Hídricos (SNIRH) e ao sistema de observação da barragem, evitando-se assim a duplicação de dados. O acesso ao sistema será feito através duma aplicação *Web*, acessível através dum navegador de Internet.

PALAVRAS-CHAVE: gestão de emergência, base de dados, sistema de informação geográfica, aplicação *Web*.

CALIBRAÇÃO DE UM MODELO DE BALANÇO HIDROLÓGICO APLICADO A UMA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DA RIBEIRA DE VALVERDE

Maria Madalena MOREIRA

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

Luís RAMALHO

Licenciado em Engenharia dos Recursos Hídricos da EU

RESUMO

Apresenta-se neste trabalho a proposta de um Modelo de Balanço Hidrológico, desenvolvido com base na aplicação do Princípio da Conservação da Massa ao volume de control, definido pela delimitação da bacia hidrográfica e constituído por quatro zonas sobrepostas.

Este modelo permite estimar o escoamento na secção de referência da linha de água, quando não existam medições, e a recarga de águas subterrâneas para as seguintes hipóteses simplificativas: a delimitação da bacia hidrográfica com base na topografia coincide com a delimitação freática e os limites do aquífero coincidem com os limites da bacia hidrográfica.

O modelo foi aplicado a uma sub-bacia hidrográfica da Ribeira de Valverde, relativa a uma secção a montante da Ponte de Valverde, que integra parcialmente a Herdade Experimental da Mitra da Universidade de Évora e que pertence à bacia hidrográfica da Ribeira das Alcáçovas, afluente do Sado.

Na calibração do Modelo de Balanço Hidrológico foram utilizados os resultados das medições de caudal na estação hidrométrica instalada na Herdade da Mitra.

Pretende-se com este trabalho contribuir para a definição de uma ferramenta de apoio à gestão das pequenas bacias hidrográficas do Alentejo, que apresentem características semelhantes à bacia estudada.

PALAVRAS-CHAVE: balanço hidrológico, escoamento superficial, Método da Decomposição do Hidrograma, Método de Temez, recarga de águas subterrâneas.

SISTEMA DE SUPORTE A DECISÃO (SSD) PARA GERENCIAMENTO DE PEQUENAS BACIAS URBANAS

Mario T.L. BARROS

Professor Associado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Av. Prof. Almeida Prado, 271, 05508-900, São Paulo-SP, Brasil, fone: +5511.30915586, FAX: +5511.30915423, mtbarros@usp.br

Mônica F. A. PORTO

Professor Associado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Av. Prof. Almeida Prado, 271, 05508-900, São Paulo-SP, Brasil, fone: +5511.30915396, FAX: +5511.30915423, mporto@usp.br

João L. B. BRANDÃO

Pesquisador, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Av. Prof. Almeida Prado, 271, 05508-900, São Paulo-SP, Brasil, fone: +5511.30915396, FAX: +5511.30915423, jlb@uol.com.br

RESUMO

Este trabalho apresenta os principais resultados de estudo cujo objetivo foi desenvolver um Sistema de Suporte a Decisão (SSD) para dar suporte às agências municipais responsáveis pela gestão da água urbana. O SSD é composto por um banco de dados vinculado a um conjunto de modelos matemáticos e rotinas de saídas. O sistema trata de três grandes aspectos da água urbana: a hidrologia de cheias, a hidráulica da drenagem e a qualidade da água função da poluição difusa. Para desenvolvimento do SSD foi escolhida como estudo de caso a bacia do rio Cabuçu de Baixo, localizada na cidade de São Paulo, Brasil, o maior aglomerado humano do hemisfério sul. Para que os modelos pudessem ser analisados em detalhe foi necessária uma campanha de campo para levantamentos de dados hidrológicos e de qualidade da água. Nesse sentido, foi implantada e operada por mais de quatro anos uma rede de monitoramento na bacia do rio Cabuçu de Baixo. As informações obtidas são muito ricas, visto que são raros os dados hidrológicos (chuva e vazão superficial) e de poluição difusa observados em pequenas bacias urbanas, principalmente em regiões urbanas extremamente degradadas, caso de áreas existentes em São Paulo, aliás esta é uma das características das chamadas megacidades. Em paralelo a esse levantamento foi necessário um estudo baseado em sensoriamento remoto para determinação de impactos de urbanização e, conseqüentemente, de uso e ocupação do solo urbano. O resultado final foi o desenvolvimento de um SSD que pode ser utilizado por qualquer técnico da área, mesmo aqueles não afeitos à modelação matemática. O SSD tem uma linguagem amigável, de fácil utilização.

O rio Cabuçu de Baixo é um afluente da margem direita do rio Tietê, principal rio da região metropolitana de São Paulo. A área de drenagem do Cabuçu é de 42.5 Km², a precipitação média anual nesta região é de 1620 mm. O regime hidrológico é bastante sazonal, apresentando chuvas intensas de Outubro a Março, principalmente chuvas convectivas, muito intensas, de curta duração, ocorrendo em áreas pequenas, localizadas, com distribuição bastante esparsa.

Para fins de estudo a bacia foi dividida em cinco (5) sub-bacias, chamadas de Bananal, Itaguaçu, Guaraú, Bispo and Cabuçu de Baixo. Esses rios são os principais cursos d'água da bacia. A divisão em sub-bacias baseou-se principalmente no uso e na ocupação do solo. Existem bacias totalmente urbanizadas, outras parcialmente urbanizadas e outras ainda em estado (quase) natural. Esta ocupação heterogênea do solo permite avaliar os diversos tipos de problemas que São Paulo possui, ou seja, esta diversidade é favorável para analisar os diversos aspectos ambientais envolvendo a água urbana. É importante destacar a diferença de uso e ocupação do solo das sub-bacias em estudo, as diferenças entre elas são significativas. As bacias dos rios Bananal, Bispo e Guaraú são parcialmente urbanizadas, existem inúmeras *favelas* (shanty towns) e moradias em estado precário nessas áreas. Mais ainda, a urbanização está ocorrendo de forma caótica, resultando num elevado índice de impermeabilização do solo. A bacia do rio Itaguaçu é a mais natural, nessa região ainda é possível

encontrar fauna e flora típica das regiões sub-tropicais. Existe na área do Itaguaçu um grande empreendimento imobiliário, de padrão elevado, o que certamente poderá colocar em risco a condição atual dessa bacia. A bacia do Cabuçu Baixo, excluindo as áreas citadas anteriormente, é a mais densamente ocupada, apresentando índices de infiltração baixíssimos, com moradias, em geral, de baixa renda, coladas uma nas outras, sem nenhum espaço com vegetação.

Foi instalada na bacia do Cabuçu uma rede hidrométrica de quantidade e qualidade da água. Diversos fatores foram considerados na escolha dos locais, preponderando a representatividade de medição dos fenômenos e a segurança da instalação e do acesso. Foram instalados limnigrafos e pluviografos para quantificar chuva e escoamento superficial. Para medida da qualidade da água e transporte de sedimentos foram instalados dispositivos especiais para medida in loco e coleta e análise de amostras em laboratório. Outro fato interessante é que o Cabuçu de Baixo está na área de cobertura do radar meteorológico de São Paulo. O radar é capaz de medir precipitação em intervalos de 5 minutos com uma resolução muito fina, "pixels" de 2 por 2 km. Desse modo, foi possível medir e acompanhar em detalhe o desenvolvimento dos principais eventos chuvosos na bacia, dando maior suporte de informação hidrológica para o projeto. É possível acessar em tempo real os dados do radar na bacia do Cabuçu de Baixo, o endereço na Internet é www.phd.poli.usp.br/cabucu.

O modelo hidrológico empregado no SSD do Cabuçu de Baixo baseia-se no Método do SCS - Soil Conservation Service, que por sua vez requer a estimativa do chamado CN – Curve Number. O CN sintetiza todo o processo de infiltração na bacia num único parâmetro, quanto maior o valor de CN maior é o volume de escoamento superficial produzido na bacia por um evento chuvoso ($CN \leq 100$). O hidrograma de cheia provocado pelo volume de escoamento superficial obtido pelo Método do Hidrograma Unitário Sintético. O usuário do SSD pode escolher em processar eventos históricos e eventos gerados por Equação de Chuva Intensa (Relação I-D-F Intensidade, Duração e Frequência). Ele pode também alterar os valores dos CN's, refletindo diferentes condições de ocupação do solo.

A Modelação Hidráulica foi incluída no SSD do Cabuçu de Baixo para cálculo dos perfis de linha d'água e correspondentes áreas de inundação, podendo-se especificar eventos chuvosos históricos e eventos gerados a partir da Equação de Chuva Intensa. O modelo empregado foi desenvolvido pela Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica (FCTH), chamado de Cliv. Este modelo resolve o sistema de Saint-Venant na sua forma unidimensional, empregando um algoritmo derivado do Método de Preissman. Para processar o modelo o usuário deve inicialmente processar o modelo hidrológico para definir os hidrogramas afluentes ao sistema de canais.

O modelo de qualidade da água empregado no estudo foi o WinHSPF, capaz de gerar cargas de poluentes produzidas por fontes difusas. O modelo pode ser aplicado para toda bacia ou para cada sub-bacia. Cada sub-bacia é definida como uma unidade hidrológica recebendo cargas de fontes pontuais e difusas, representando uma parte de um rio ou de um reservatório. O modelo WinHSPF é apropriado para lidar com análises temporais e espaciais, com elevado nível de detalhe. O modelo é capaz de simular impactos em função de variações no uso e ocupação do solo, quantificando uma série de parâmetros como sedimentos, nutrientes, metais, etc. Neste estudo a poluição difusa foi avaliada a partir da concentração da DBO, do Nitrogênio Total e do Fósforo Total.

O quarto modelo do SSD relaciona-se com o transporte sólido. Como foi anteriormente salientado, o Cabuçu de Baixo possui uma grande diversidade no uso e na ocupação do solo. Os sedimentos foram coletados em dois pontos: na bacia do rio Bananal, ainda em processo de ocupação, e na bacia do Cabuçu de Baixo, já com a urbanização consolidada. Considerando que nesses postos foram feitas medidas de escoamento superficial e escoamento de sedimentos, foi possível determinar empiricamente funções não-lineares que relacionam vazão sólida e vazão líquida.

O SSD do Cabuçu de Baixo foi projetado para facilitar a análise diferentes aspectos da água urbana, tendo em vista diferentes tipos de uso e ocupação do solo nas sub-bacias deste rio. Ele serve também como exemplo de aplicação dessas técnicas para pequenas bacias urbanas.

O usuário do SSD Cabuçu de Baixo pode acessar todos os dados coletados e trabalhados ao longo do estudo, tais como gráficos, tabelas, mapas e produtos do SIG implantado. É possível também processar de diversos modos os modelos anteriormente descritos. Os dados disponíveis podem auxiliar o usuário na montagem de diferentes cenários de análise. O usuário pode alterar cenários pré-existentes, por exemplo, ele pode definir o período de retorno de uma chuva e gerar hidrogramas e áreas de inundação, processando os modelos hidrológicos e hidráulicos. É possível alterar parâmetros como o SCS CN . Em termos de qualidade da água o usuário pode alterar a ocupação do solo e observar o impacto produzido nos parâmetros DBO, Nt e Pt. Finalmente é importante salientar a importância do SSD no contexto da gestão da água urbana no Brasil. As agências municipais e outras agências não possuem ferramentas suficientes para lidar com problemas relativos a água. O sistema aqui sumariamente descrito, além do seu valor técnico, ressalta a importância de se monitorar e armazenar informações sobre recursos hídricos, também mostra a importância de se empregar ferramentas de cálculo comumente empregadas no meio acadêmico, mas pouco empregada em estudos de planejamento e gestão pelos órgãos públicos, encarregados dessas funções. Uma grande preocupação foi facilitar o uso dessas ferramentas e mostrar de modo claro o seu valor na análise de programas e projetos. O SSD Cabuçu de Baixo pode ser melhor visualizado na sua *home page*: www.phd.poli.usp.br/cabucu.

OTIMIZAÇÃO DA OPERAÇÃO DE SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA COM REGRA DE RACIONAMENTO

Mario T.L. BARROS

Professor Associado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Av. Prof. Almeida Prado, 271, 05508-900, São Paulo-SP, Brasil, fone: +5511.30915586, FAX: +5511.30915423, mtbarros@usp.br

Renato C. ZAMBON

Pesquisador e Pós-Graduando, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Av. Prof. Almeida Prado, 271, 05508-900, São Paulo-SP, Brasil, fone: +5511.30915328, FAX: +5511.30915423, rczambon@sil.com.br

David M. DELGADO

Pós-Graduando, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Av. Albert Einstein, 951, 13083-852, Campinas-SP, Brasil, fone: +5519.37882356, davidel@terra.com.br

Paulo S.F. BARBOSA

Professor, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Av. Albert Einstein, 951, 13083-852, Campinas-SP, Brasil, fone: +5519.37882356, franco@fec.unicamp.br

William W-G. YEH

Professor e Titular, Dept. of Civil and Environmental Engineering, UCLA, Boelter Hal 5731/5732, 159310, Los Angeles-CA, EUA, fone: +310.8252300, williamy@seas.ucla.edu

RESUMO

Um dos problemas mais críticos que as megalópoles enfrentam hoje é a escassez no abastecimento de água. Encontrar uma solução para este problema representa um grande desafio para hidrólogos, planejadores urbanos e ambientalistas. Este estudo descreve o desenvolvimento de um modelo de otimização para o planejamento e operação de um grande sistema de distribuição de água. Uma importante característica deste modelo é a de considerar regras de racionamento durante um período seco, quando o suprimento de água é insuficiente para alcançar a demanda planejada e conseqüentemente uma escassez de água ocorre. O sistema de distribuição de água foi formulado como um modelo em rede de fluxo constituído por nós e arcos e otimizado pelo software GAMS, o qual possui acesso a muitos algoritmos lineares e não lineares. A base metodológica do modelo é dada pela seguinte formulação de otimização (quatro funções objetivo seqüenciais):

Função Objetivo 1

Nesta etapa, o modelo minimiza o custo total de racionamento

$$\min \sum_{i=1}^T d_i \sum_{k=1}^{nd} \frac{(D_{(k,i)} - P_{(k,i)})^2 C_{usd(k,i)}}{D_{(k,i)}} \quad (1)$$

inserindo

$$XN_{(k,i)} = \frac{P_{(k,i)}}{D_{(k,i)}} \quad (2)$$

temos

$$\min \sum_{i=1}^T d_i \sum_{k=1}^{nd} (1 - XN_{(k,i)})^2 \cdot D_{(k,i)} \cdot C_{usd(k,i)} \quad (3)$$

onde

$D_{(k,i)}$ = demanda planejada no nó k, intervalo de tempo i; $P_{(k,i)}$ = demanda atendida no nó k, intervalo de tempo i; $C_{usd(k,i)}$ = custo ou peso de não atendimento a demanda no intervalo de tempo

i ; $XN_{(n,i)}$ = relação entre demanda atendida e demanda planejada no nó k , intervalo de tempo i (adimensional);

nd = número de nós de demanda; i = índice de intervalos de tempo; k = índice de nós de demanda;

d_i = duração dos intervalos de tempo; e T = número de intervalos de tempo.

Função Objetivo 2

Fixa os valores de atendimento a demanda obtidos na primeira etapa e minimiza o desvio dos volumes em relação aos máximos:

$$\min \sum_{i=1}^T \sum_{m=1}^{nr} \frac{(S_{t \text{ arg et}(m,i)} - S_{(m,i)})^2}{S_{t \text{ arg et}(m,i)}} C_{usv}(m,i) \quad (4)$$

onde

$S_{t \text{ arg et}(m,i)}$ = volume meta no nó produtor m , intervalo de tempo i ; $S_{(m,i)}$ = volume no nó produtor m , intervalo de tempo i ; $C_{usv}(m,i)$ = custo ou peso de desvio em relação ao volume máximo no intervalo de tempo i ; nr = número de nós produtores; e m = índice de nós produtores.

Função Objetivo 3

A última etapa do modelo minimiza o custo de operação da rede, enquanto o atendimento aos nós de demanda e a política de operação nos nós produtores já estão fixos. A função objetiva é

$$\min \sum_{i=1}^T d_i \sum_{a=1}^{na} QA_{(a,i)} C_{usa(a,i)} \quad (5)$$

onde

$QA_{(a,i)}$ = fluxo no trecho a , intervalo de tempo i ; $C_{usa(a,i)}$ = custos de adução nos trechos no intervalo de tempo i ; na = número de trechos; e a = índice de trechos.

As restrições do modelo são:

a) Limites superiores e inferiores

$$Q_{\min(a,i)} \leq QA_{(a,i)} \leq Q_{\max(a,i)} \quad (6)$$

$$0 \leq XN_{(n,i)} \leq 1 \quad (7)$$

$$XN_{(nj,i)} = 0 \quad (8)$$

$$QE_{(nr,i)} \geq Q_{efm(nr,i)} \quad (9)$$

b) Equação da continuidade para cada nó

$$XN_{(n,i)} \cdot D_{(n,i)} + \sum_{t(noi=n)} QA_{(a,i)} - \sum_{t(nof=n)} QA_{(a,i)} = 0 \quad (10)$$

c) Equação da continuidade para cada reservatório

$$S_{(nr,i)} = S_{(nr,i-1)} + d_i \cdot (I_{(nr,i)} - QE_{(nr,i)} + XN_{(nr,i)} \cdot D_{(nr,i)}) \quad (11)$$

d) Regras de racionamento nos reservatórios

$$\sum_s B_{(s,nr,i)} = 1 \quad (12)$$

$$XN_{(nr,i)} \leq \sum_s B_{(s,nr,i)} \cdot \alpha_{(nr,s)} \quad (13)$$

$$B_{(s1,nr,i)} S_{\min(nr,i)} + B_{(s2,nr,i)} S_{\min oper(nr,i)} + B_{(s3,nr,i)} S_{firm(nr,i)} \leq S_{(nr,i)} \quad (14)$$

$$S_{(nr,i)} \leq B_{(s0,nr,i)} S_{\min(nr,i)} + B_{(s1,nr,i)} S_{\min oper(nr,i)} + B_{(s2,nr,i)} S_{firm(nr,i)} + B_{(s3,nr,i)} S_{t \text{ arg et}(nr,i)} \quad (15)$$

onde

S = segmentos de racionamento (s_0, s_1, s_2 e s_3); nj = conjunto de nós de junção;

$Q_{max(a,i)}$ = capacidade máxima de vazão no trecho a ; $Q_{min(a,i)}$ = capacidade mínima de vazão no trecho a ; $S_{min(nr,i)}$ = volume mínimo no reservatório nr , intervalo de tempo i ; $S_{firm(nr,i)}$ = volume firme no reservatório nr , intervalo de tempo i ; $S_{minoper(nr,i)}$ = volume mínimo operacional no reservatório nr , intervalo de tempo i ; $S_{target(nr,i)}$ = volume meta no reservatório nr , intervalo de tempo i (corresponde em geral ao volume máximo operacional); $B_{(s,nr,i)}$ = variável binária (0 ou 1), indica a faixa de racionamento no reservatório nr , intervalo de tempo i ; $I_{(nr,i)}$ = vazão afluyente no reservatório nr , intervalo de tempo i ; $QE_{(nr,i)}$ = vazão efluente no reservatório nr , intervalo de tempo i ; $Q_{efm(nr,i)}$ = vazão efluente mínima no reservatório nr , intervalo de tempo i ; e $\alpha_{(nr,s)}$ = fatores de racionamento ($\alpha_0=0 < \alpha_1(nr) < \alpha_2(nr) < \alpha_3=1$).

As variáveis de decisão são:

$QA_{(a,i)}$ = fluxo em todos os trechos;

$XN_{(n,i)}$ = demanda atendida em todos os nós de demanda ($P_{(k,i)}$); e

$B_{(s,nr,i)}$ = variável binária (0 ou 1), indica a faixa de racionamento no reservatório nr , intervalo de tempo i ;

Uma interface amigável foi desenvolvida para facilitar o usuário na manipulação de uma grande quantidade de dados e na geração de gráficos e tabelas para o auxílio de operadores na tomada de decisão. A metodologia desenvolvida foi implementada e testada com o Sistema Adutor da Região Metropolitana de São Paulo, que provê água para aproximadamente 18 milhões de pessoas, um dos maiores sistemas de mundo. Alguns resultados preliminares mostraram que o modelo apresenta uma boa performance. As regras de racionamento podem ser analisadas de modo detalhado e confrontadas com políticas alternativas, como por exemplo, não fazer racionamento e correr risco maior de esvaziamento dos reservatórios produtores de água.

REDES NEURAIS CONSTRUTIVAS E MODELOS ESTATÍSTICOS QUAL A MELHOR ALTERNATIVA PARA PREVISÃO DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS

Mêuser VALENÇA

Engº Civil, Chesf, Rua Gaspar Peres 427/104 - CDU, Recife – Brasil, meuser@yahoo.com.br

O Setor Elétrico Brasileiro tem mais de 90% de sua energia proveniente de usinas hidroelétricas que se encontram distribuídas por 12 bacias hidrográficas do país. O Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) com o objetivo de otimizar o despacho centralizado das usinas possui dentre outras atribuições a de realizar de forma mensal a previsão de vazões para os locais dos aproveitamentos hidrelétricos.

A previsão para o primeiro mês é realizada utilizando-se o modelo PREVIVAZ, que a partir de dados em base semanal, seleciona o melhor modelo dentre as 94 diferentes combinações de séries temporais, estruturas estacionária ou periódica, métodos de estimação de parâmetros e diferentes transformações e consolida os resultados em base mensal.

O uso de modelos lineares na predição de vazões e de séries temporais, como os modelos clássicos de Box-Jenkins, geralmente está intimamente relacionado à simplicidade desses modelos, o que acarreta um fácil projeto e implementação. Entretanto, existem muitas situações do mundo real nas quais se faz necessário um mapeamento não-linear entre as variáveis de entrada e o domínio de resposta do sistema, daí a necessidade de novas técnicas que permitam este mapeamento de forma eficiente. Com o advento do algoritmo *backpropagation*, uma grande atenção tem-se dado às redes neurais, especialmente às redes MLP (*multi-layer perceptron*), em função da sua capacidade de poder aproximar uma função arbitrária não-linear em muitas variáveis.

Portanto, as redes MLP podem ser consideradas uma técnica extremamente poderosa para realizar um mapeamento não-linear. Entretanto, esses pesquisadores não fornecem procedimentos para determinar o número de neurônios necessários na camada escondida, para realizar a aproximação de uma dada função. Esse aspecto é de fundamental importância, haja vista que se o número de neurônios na camada escondida for muito grande, além de se ter um modelo não-parcimonioso, a rede poderá memorizar os dados de treinamento e ficar com uma pobre capacidade de generalização.

O principal objetivo deste artigo é apresentar o modelo NeuroInflow que é baseado em redes neurais construtivas e comparar os resultados obtidos com a metodologia tradicional do modelo PREVAZ atualmente em uso no setor.

A nossa aplicação está baseada num histórico de vazões médias mensais no período de 1931 a 1998 para todas as usinas do Sistema Interligado Nacional. Para realizar nosso experimento com o horizonte de 1 (um) mês à frente utilizamos estes dados para 36 usinas hidroelétricas. Para nossa análise de longo prazo comparamos os resultados obtidos no período de janeiro de 2001 a Dezembro de 2001 e no período de Fevereiro de 2001 a dezembro de 2001.

NEUROINFLOW

Este modelo permite a realização de previsão de vazões médias mensais, semanais e diárias. A versão 1.0 corresponde ao modelo de previsão de vazões médias mensais com o objetivo de permitir uma análise energética de longo prazo. O modelo tem como base o uso de redes neurais construtivas. Este modelo foi utilizado para treinamento de todos os pontos de interesse ao programa mensal de operação, tendo sido dividido em quatro módulos para maior facilidade de uso e manutenção. O NEUROINFLOWNORDESTE que faz previsão para 3 usinas, o NEUROINFLOWNORTE que faz

previsão para 3 usinas o NEUROINFLWOSUL que faz previsão para 15 usinas e o NEUROINFLWOSUDESTE que faz previsão para 74 usinas.

No quadro 1 comparamos os resultados obtidos com redes neurais com os do modelo Prevaz publicados no relatório de longo prazo - ONS, isto é, para o período de Outubro/2000 a Set/2001, Janeiro/2001 a Dezembro/2001, Fevereiro/2001 a Dezembro/2001 e Março/2001 a Dezembro/2001, para efeito de análise de desempenho dos modelos utilizamos o erro relativo percentual médio absoluto. A análise foi realizada da seguinte forma: Como exemplo, de Outubro/2000 a Setembro/2001, utilizamos com entrada a vazão verificada em Junho/2000, a vazão estimada em Julho/2000 e a vazão prevista para Setembro/2000 através do PREVIVAZ, resultados disponíveis no PMO.

Quadro – 1 –Comparação entre relatório de longo prazo e redes neurais construtivas

APROVEITAMENTO	Out/00 a Set/00		Jan/01 a Dez/01		Fev/01 a Dez/01		Mar/01 a Dez/01	
	Prevaz	Rede	Prevaz	Rede	Prevaz	Rede	Prevaz	Rede
TUCURUI	43%	23%	58%	28%	63%	31%	18%	14%
ILHA SOLTEIRA	60%	44,4%	50%	41%	58%	42%	32%	24%
EMBORCAÇÃO	131%	119%	132%	116%	126%	115%	95%	79%
FURNAS	100%	77,5%	91%	66%	87%	69%	62%	44%
ITUMBIARA	81%	76%	90%	76%	84%	74%	60%	48%
SOBRADINHO	71%	55%	89%	84%	92%	72%	52%	34%
FOZ DO AREIA	35%	33%	28%	26%	26%	23%	21%	19%

Analisando-se a o quadro 1 podem-se verificar os enormes ganhos obtidos na previsão de longo prazo com as redes neurais. Fazendo-se uma relação percentual entre os modelos estatísticos e as redes neurais podemos elaborar a tabela 3 com os ganhos na redução do erro de previsão.

No caso de previsões apresentadas neste artigo, uma única rede NSRBN foi capaz de fornecer melhores resultados do que os diversos melhores modelos de Box-Jenkins, calibrados para cada mês do ano, com um tempo de treinamento inferior a 2 minutos, fornecendo-se apenas a janela de entrada (valores passados de vazões).

Os resultados obtidos com a metodologia proposta além da facilidade de uso, uma vez que o usuário não precisa ser especialista em redes neurais, fornece ganhos substanciais chegando em alguns aproveitamentos a fornecer uma redução de 50% no erro cometido para a previsão de longo prazo. Em média temos uma redução no erro superior a 30% .

USO DE ALGORITMOS GENÉTICOS E REDES NEURAIS CONSTRUTIVAS PARA ESTABELECIMENTO DE VOLUMES DE ESPERA EM TEMPO REAL

Mêuser VALENÇA

Engº Civil, Chesf, Rua Gaspar Peres 427/104 - CDU, Recife – Brasil, meuser@yahoo.com.br

A operação de reservatórios de armazenamento (no Brasil em especial) visando principalmente a geração Energética tem-se deparado no presente com um sério conflito operacional. A população localizada a jusante, dos mesmos, confiante no amortecimento das cheias pelo reservatório, tem procurado aproveitar ao máximo toda área anteriormente inundada freqüentemente pelas cheias, bem como, exigir controle de descargas não previstas em projeto.

O conflito operacional ao qual nos referimos decorre, portanto do uso conjunto do reservatório: geração Energética – a operação se desenvolve visando o armazenamento de água – e controle de cheias – a operação se desenvolve visando a formação de espaço de amortecimento.

Atualmente as metodologias utilizadas pelo setor elétrico estabelecem no início de cada período úmido (período de início das chuvas na bacia hidrográfica), os volumes vazios semanais (denominados volumes de espera) necessários para minimizar os impactos causados pelas cheias. A relevância do trabalho consiste, portanto em realizar uma alocação ótima deste volume de espera em tempo real em função das previsões realizadas, considerando de maneira explícita, em tempo real, o risco de violação dos objetivos de planejamento de longo prazo. Portanto, esta metodologia permitirá considerar de maneira explícita em tempo real o risco de inundação a jusante, permitindo que as autoridades competentes decidam em função de aspectos políticos, sociais e econômicos qual o risco máximo de inundação a jusante, que deverá ser utilizado para derivar a estratégia operacional do reservatório, com vistas a maximizar o volume armazenado ao final da estação de cheias.

O reservatório analisado no presente estudo é o reservatório de Sobradinho, localizado no rio São Francisco. Para realização da metodologia proposta, utilizamos 2 modelos de previsão, o primeiro é um modelo de previsão que agrega o modelo de propagação SSARR para os trechos entre Três Marias e Sobradinho a um modelo de redes neurais construtivas que faz a previsão das vazões incrementais entre os diversos trechos do rio e um segundo modelo estocástico de vazões para o qual faz-se uso exclusivo das redes neurais construtivas.

A técnica de Algoritmos Genéticos será utilizada com este propósito. Os Algoritmos Genéticos pertencem à classe dos métodos de busca estocástica, entretanto operam sobre uma população de soluções.

Seqüência de otimização

- Realizar previsão, 15 dias com modelo híbrido composto de modelo conceitual determinístico e redes neurais **e mais 7 dias com Redes Neurais;**

- Estabelecer risco admissível de violação do volume objetivo;

- Determinar as defluências que otimiza o problema, considerando as restrições. **A técnica de Algoritmos Genéticos será utilizada com este propósito;**

- Repetir este procedimento a cada semana, de tal forma que apesar de analisar 21 dias à frente a otimização é semanal, ou seja, o resultado é utilizado apenas para a primeira semana.

Com objetivo de testar a metodologia proposta, realizamos a simulação do reservatório de Sobradinho, para períodos distintos: apresenta-se aqui o período de novembro de 1983 a abril de 1984, que caracteriza um período de baixas vazões. A Figura 1 mostra os resultados obtidos e compara este com a metodologia atual.

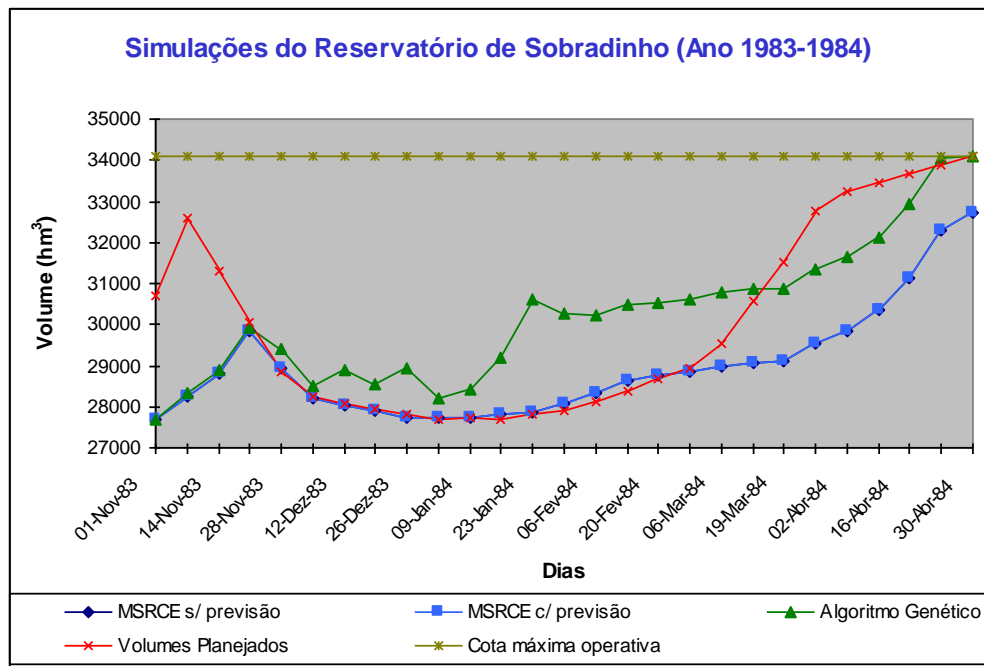


Figura 1 – Volumes permissíveis em tempo real e planejados (1983/1984)

Os resultados apresentados na figura 1 mostram claramente a vantagem da metodologia, haja vista, que com esta abordagem conseguimos chegar ao fim do período de chuvas em 1984 com o reservatório cheio o que não ocorre com a metodologia de simulação com volumes de espera estático (planejamento). A curva de cor azul que representa a metodologia atual mesmo com 15 dias de previsão determinística (modelo de simulação MSRCE - modelo de simulação de reservatórios), não foi capaz de reencher o reservatório. Por outro lado, a curva verde, representativa da otimização com algoritmos genéticos é capaz de reencher o reservatório, tendo-se um ganho de volume da ordem de 1,7 bilhões de m³.

Logo podemos concluir que a metodologia proposta (volume de espera dinâmico) através de um sistema inteligente nestes casos simulados tem grande vantagem em relação à metodologia atual (volumes de espera estáticos) uma vez que permite uma maior flexibilidade de reenchimento do reservatório sem causar prejuízos ao controle de cheias.

A MODELAÇÃO EM RECURSOS HÍDRICOS COMO INSTRUMENTO DE APOIO AOS PROCESSOS DE DECISÃO

Nuno BRAVO

Engº Civil, CCDRCentro, Rua Bernardim Ribeiro, 80, 3000-069 Coimbra, nuno.bravo@ccdrcc.pt

José ANTUNES DO CARMO

Professor Auxiliar com Agregação, Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, jsacarmo@dec.uc.pt

RESUMO

Não obstante o grande desenvolvimento tecnológico dos últimos anos, a administração pública continua carenciada de instrumentos de apoio aos processos de decisão.

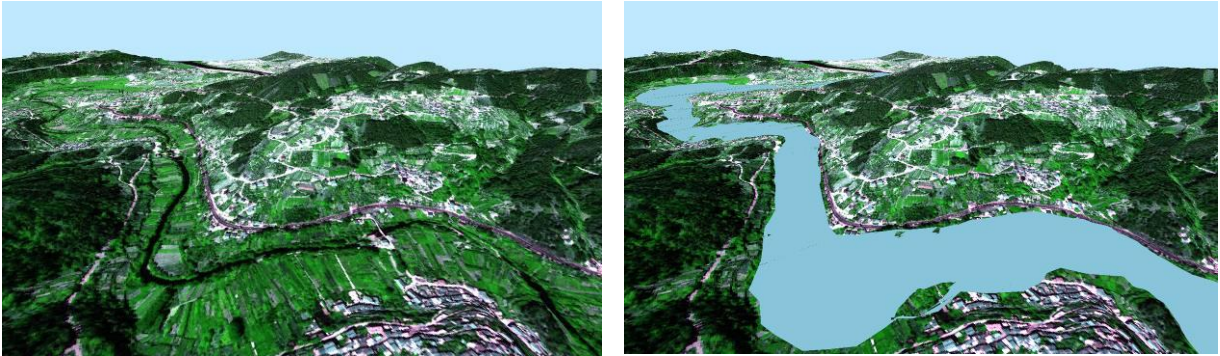
A administração dos recursos hídricos, salvo alguns nichos da sua estrutura organizativa, não se encontra, actualmente, em condições para aplicar cabalmente os desígnios da Directiva-Quadro da Água, no que concerne à gestão e monitorização dos recursos hídricos, nem para apoiar os instrumentos normativos de ordenamento do território, como a delimitação do Domínio Hídrico e a sua faixa de protecção.

Os modelos associados aos recursos hídricos, nomeadamente os modelos de hidrologia e hidráulica, já há muito que se encontram estudados e desenvolvidos. Genericamente, estes modelos permitem simular os processos de transformação de precipitação em escoamento e analisar o escoamento nos diferentes troços das linhas de água. Em geral, permitem, ainda, simular os fenómenos que lhes estão associados, tais como o transporte de sedimentos e os processos e parâmetros de qualidade da água.

O recente desenvolvimento das aplicações de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) à Hidrologia e aos Recursos Hídricos, com a introdução do geo-processamento na análise espacial e com a informação em formato matricial, incutiram um novo impulso aos convencionais modelos de simulação dos processos associados aos recursos hídricos.

Com efeito, os SIG são utilizados como gestores de *input/output* dos modelos convencionais, tirando partido das suas capacidades de geo-processamento e visualização facilitada dos resultados.

O consórcio estabelecido entre a ESRI, o *Center for Research in Water Resources* (CRWR) da Universidade do Texas em Austin e o *Hydrology Engineering Center* (HEC) do *US Army Corps of Engineers* (USACE) permitiu o desenvolvimento de um conjunto de algoritmos para ArcView GIS capaz de obter informação topográfica, topológica e hidrológica através da análise espacial de um sistema hidrológico e de um Modelo Digital de Terreno (MDT). Além disso, os algoritmos desenvolvidos permitem preparar a informação, de modo a que esta possa ser facilmente introduzida em modelos hidrológicos e hidráulicos e proceder ao tratamento dos resultados obtidos.



Neste trabalho, as metodologias capazes de responder adequadamente à avaliação de processos relacionados com a delimitação do Domínio Hídrico são sistematizadas com o objectivo de contribuir de forma significativa para o melhoramento dos processos de decisão na administração dos recursos hídricos.

PALAVRAS-CHAVE: Domínio Hídrico, Hidráulica, Hidrologia, MDT, SIG.

ESTUDO DO RISCO DE CONTAMINAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS POR FLUIDOS DE CORTE ATRAVÉS DE EXPERIMENTOS DE MOBILIDADE E BIODEGRADAÇÃO EM AMOSTRAS DE SOLO

Ozelito P. de AMARANTE Jr.

Químico Industrial. CEFET-MA. Av. Getúlio Vargas, 04. Monte Castelo. 65021-001, São Luís, MA.. +55.098.32189004ozelito@hotmail.com

Natilene M. BRITO

Química Industrial. CEFET-MA. Av. Getúlio Vargas, 04. Monte Castelo. 65021-001, São Luís, MA.. +55.098.32189004natilene@iqsc.usp.br

Ricardo dos S. COELHO

Químico Industrial. CRHEA-SHS-EESC-USP. Av. Trab. São-carlense, 400. 14564-000, São Carlos, SP. rick@sc.usp.br

Eny M. VIEIRA

Químico Industrial. IQSC-USP. Av. Trab. São-carlense, 400. 14564-000, São Carlos, SP. eny@iqsc.usp.br

1 – INTRODUÇÃO

O ambiente do solo apresenta um amplo conjunto de microrganismos que participam da dinâmica e definem o destino final de diversos poluentes. As reações bioquímicas observadas estão relacionadas ao desgaste das rochas, à nutrição das plantas e à degradação de moléculas orgânicas sintéticas ou naturais. A diversidade de espécies e a quantidade de microrganismos presentes no solo estão diretamente relacionadas com o nível de matéria orgânica, a qual está associada às camadas superiores, até 30 ou 40 cm de profundidade.

Efluentes oleosos são descartados no solo pela indústria petroquímica desde que foi reconhecida a capacidade de degradação dos hidrocarbonetos por microrganismos. Este tipo de degradação tem sido investigado tanto em escala laboratorial (microcosmos) quanto em estudos de campo. Neste caso, é importante entender as relações ecológicas e seus efeitos sobre esta degradação, bem como a influência de fatores físicos e químicos. A necessidade de tais estudos pode ser reafirmada quando se pretende determinar a suscetibilidade de lençóis, uma vez que a biodegradação pode levar à eliminação de diferentes poluentes, evitando a contaminação das águas subterrâneas.

2 - MATERIAIS E MÉTODOS

Prepararam-se reatores cilíndricos preenchidos com solo, dividindo-os em quatro grupos: (i) controle, contendo apenas o solo contaminado na concentração de 1 mL kg⁻¹ (para cada um dos fluidos de corte foi montado um reator independente); (ii) tratamento com turfa, contendo o solo contaminado e adicionando-se turfa na quantidade correspondente a 10% da massa do solo ; (iii) microrganismos de solo, contendo o solo contaminado e adicionando-se borra retirada de um fluido de corte vegetal obtida após o uso do mesmo, devendo conter os microrganismos responsáveis por sua degradação; (iv) compostagem, contendo o solo contaminado e microrganismos obtidos de um sistema de compostagem. Os experimentos foram conduzidos, expondo-se os reatores às intempéries por um período de 186 dias, retirando-se duas amostras de cada reator com uma periodicidade de aproximadamente 30 dias.

Os sistemas cromatográficos empregados foram (i) CG HP 5890, utilizando coluna HP-5 (25 m x 0,22 mm D.I. x 0,33 µm de filme) com detector de ionização em chama e (ii) CG MS 5970, com coluna HP-1 (50 m x 0,22 mm D.I. x 0,33 µm de filme) e detecção por espectrometria de massas. Empregou-

se programação de temperatura em que se iniciava a análise em 50°C, mantendo-se por 2 min, aumentando-se 5°C/min até 300°C, mantendo-se por 25 min. O injetor e o detector foram mantidos a 300°C. Os fluidos empregados foram cedidos pelo Núcleo de Manufatura Avançada (NUMA – EESC – USP), sendo de diferentes naturezas: minerais, vegetais, sintéticos e semi-sintéticos.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a maioria dos fluidos e dos tratamentos, uma degradação que acompanha um modelo de reação irreversível de primeira ordem, como é descrito na literatura para degradações microbiológicas efetuadas por bactérias de diversos poluentes. Alguns processos não puderam ser descritos por este modelo, apresentando equações de segundo ou quarto grau, denotando a possibilidade de fenômenos paralelos, tais como: degradação fotolítica ou devido a degradação sob ação de fungos.

Nos estudos conduzidos para os três óleos solúveis observou-se a remoção de uma parcela dos seus constituintes por lixiviação. A água percolada através dos reatores foi removida e analisada. Desta forma, observou-se que as substâncias mais solúveis foram removidas do solo contaminado por este mecanismo e não estavam presentes no solo após as primeiras chuvas nos meses de outubro e novembro de 2003, sendo possíveis contaminantes das águas subterrâneas. Estes compostos consistem nos tensoativos presentes nas formulações, sendo de extrema relevância ambiental, pois podem ocasionar diversos impactos sobre os ecossistemas e sobre a saúde humana.

Para os fluidos sintéticos os processos apresentaram-se bastante diferentes entre si. Lubrificantes minerais constituídos de hidrocarbonetos com insaturações são, em geral, mais voláteis que aqueles que apresentam cadeia linear, sendo uma possível rota de perda do material. Além disto, as substâncias insaturadas podem sofrer degradação por ação da luz solar mais prontamente que compostos que não as possuem. Compostos com a presença de duplas ou triplas ligações costumam ser de difícil degradação microbiológica. É importante entender que a degradação de óleos não pode ser estudada como um sistema de um único constituinte. A complexidade deste sistema deve ser considerada, pois existe uma superposição de efeitos e fenômenos, aumentando as variáveis a serem investigadas.

4 – CONCLUSÕES

Devido às características distintas dos diferentes fluidos de corte, observou-se uma dinâmica diferenciada para cada um dos lubrificantes, com taxas de remoção variáveis dos seus constituintes. Do mesmo modo, dos tratamentos propostos, a adição de turfa e de microrganismos provenientes de compostagem mostraram considerável melhora na remoção de todos os fluidos, dos quais o último se mostrou o melhor. Fatores ambientais, como as chuvas podem acarretar na lixiviação, e conseqüente transporte de alguns constituintes para as camadas mais profundas do solo, podendo contaminar as águas subterrâneas. A temperatura elevada pode favorecer a volatilização, enquanto dias mais frios podem impedir a ação dos microrganismos. A radiação solar pode ocasionar a degradação fotolítica das substâncias que apresentem grupos absorvedores de energia radiante.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa de São Paulo (FAPESP), pelo apoio financeiro ao desenvolvimento desta pesquisa.

O MODELO CE-QUAL-W2 COMO FERRAMENTA DE GESTÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DE ALQUEVA

Pedro S. COELHO

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

Paulo A. DIOGO

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

Manuel C. ALMEIDA

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

Nelson S. MATEUS

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

RESUMO

A importância estratégica do aproveitamento de fins múltiplos de Alqueva tem justificado a realização de vários estudos de simulação da qualidade da água desta albufeira pelo Grupo de Disciplinas de Hidráulica do Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente da Faculdade de Ciências da Universidade Nova de Lisboa (DCEA/FCT/UNL). Nos estudos mais recentes tem sido utilizado o modelo bidimensional CE-QUAL-W2, tendo-se conseguido resultados bastante satisfatórios ao nível da calibração do mesmo (DIOGO *et al*, 2003; DIOGO *et al*, 2004), que permitiram concluir que o modelo reproduz bastante bem a hidrodinâmica e os processos que controlam a qualidade da água na albufeira. Esses resultados permitiram um novo desenvolvimento dos estudos relativos à qualidade da água da albufeira de Alqueva, com a consideração de diferentes cenários de simulação, que tiveram por objectivo demonstrar a influência das diferentes fontes poluidoras existentes na bacia própria da albufeira de Alqueva em território nacional, bem como a influência da carga poluente proveniente de Espanha na qualidade da água desta albufeira. Assim, neste trabalho serão apresentados os resultados referentes a três cenários:

- o primeiro cenário (base) consiste na simulação da situação actual, a partir da estimativa de cargas de N total, P total e CBO₅, de origem urbana, industrial e difusa, geradas em território nacional, e de dados medidos nas estações de qualidade e hidrométricas relativos à qualidade e caudal das afluentes à albufeira;
- o segundo cenário simulado corresponde a uma redução de 90 % da carga poluente de origem urbana gerada em território nacional;
- o terceiro cenário corresponde a uma redução de 100 % das cargas geradas em território nacional (pontuais e difusas), com o objectivo de determinar a importância da carga afluente proveniente de Espanha.

As simulações realizadas permitiram identificar variações na qualidade da água da albufeira de Alqueva e a importância de uma complementariedade do tratamento das cargas afluentes provenientes de Espanha e das cargas geradas em território nacional. Este estudo, em conjunto com os anteriormente realizados, demonstra, mais uma vez, a importância de um modelo de simulação da qualidade da água como ferramenta essencial para a gestão da qualidade da água deste aproveitamento.

PALAVRAS CHAVE: Alqueva; cargas poluentes; simulação matemática; CE-QUAL-W2; qualidade da água.

INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS A MODELAGEM HIDROLÓGICA E HIDRÁULICA PARA SIMULAÇÃO DE CENÁRIOS DE INUNDAÇÃO.

Paulo R. L. TAVARES; Marco A. H. CASTRO.

Engenheiro Civil, Doutorando, Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Campus do Pici, Bloco 713, CEP 60450-970, Fortaleza, Ceará, Brasil. Fones: +55.85.32140142/ +55.85.40089623, e-mail: prltavares@oi.com.br;
Engenheiro Civil, Ph.D, Professor Adjunto, Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Campus do Pici, Bloco 713, CEP 60450-970, Fortaleza, Ceará, Brasil. Fones: +55.85.40089625/ +55.85.40089623, e-mail: marco@ufc.br.

O trabalho apresenta os principais conceitos relacionados a modelagem hidrológica de uma bacia hidrográfica e modelagem hidráulica de um trecho de rio, utilizando programas computacionais de aplicação freqüente em estudos dessa natureza, a saber: HEC-HMS e HEC-RAS. Descreve-se, ainda, o contexto em que os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) se insere na modelagem hidrológica de uma bacia, bem como, na análise hidráulica de um rio, em especial, na entrada de dados dos modelos.

O processamento de modelos hidrológicos requer a reunião de dados da bacia hidrográfica, bem como dados meteorológicos, para então serem escolhidos os métodos de transformação chuva-vazão, considerando parâmetros relacionados a tais métodos. Da mesma maneira, em estudos hidráulicos de rios, trabalha-se com um número muito grande de dados, que levam em conta variações consideráveis de características em uma mesma seção de análise e entre as diversas seções estudadas. Dessa forma, a associação entre ferramentas de geoprocessamento, modelagem hidrológica e hidráulica, mostra-se altamente recomendável, uma vez que os bancos de informações gerados no SIG tornam automáticas tarefas exaustivas de entrada de dados em programas computacionais utilizados em tais estudos, como é o caso do HEC-HMS e do HEC-RAS. Neste contexto, está presente no trabalho a descrição das ferramentas de integração entre os programas de processamento geográfico (ArcView GIS 3.2) e os programas de modelagem citados.

Como forma de aplicação da metodologia, realizou-se o estudo de um trecho do Rio Maranguapinho, localizado no Município de Fortaleza, Estado do Ceará, Brasil. Foram realizadas simulações hidrológicas para os períodos de retorno 10, 20, 50 e 100 anos, obtendo como resultado os hidrogramas resultantes nos principais elementos hidrológicos do sistema. Determinadas os hidrogramas, obtém-se as vazões máximas requeridas como dados de entrada para a realização da simulação hidráulica do trecho. Com isso, tem-se como resultado final, tabelas e gráficos que caracterizam o escoamento, tais como a distribuição da vazão ao longo do rio e adjacências, os perfis longitudinais da linha d'água para os diferentes períodos de retorno. Outra representação importante é o mapa da planície de inundação, em que se pode identificar a área sujeita à onda de cheia. Os resultados gerados pelo HEC-RAS foram exportados de volta ao ArcView, onde foram processados, fornecendo, como resultado, o mapa da planície de inundação. No ArcView, foi possível sobrepor as visualizações referentes à calha do rio, às seções de estudo, ao modelo digital do terreno, com as cotas do terreno e, por fim, a visualização referente às alturas da água relacionadas ao evento chuvoso. Este mapa geral é de grande importância na identificação de regiões sujeitas à onda de cheia e que sejam habitadas, ocasionando o risco de perda de vidas e perdas materiais.

Com isso, pretende-se demonstrar as vantagens da simulação hidrológica e hidráulica, associada a utilização do geoprocessamento, para análises em projetos relacionados aos recursos hídricos, apresentando instrumentos concretos, para avaliação de cenários potencialmente inundáveis, permitindo a elaboração de políticas de ocupação e uso do solo urbano.

MÉTODO DE MONTE CARLO NO DIMENSIONAMENTO E GESTÃO DE SISTEMAS DE RECURSOS HÍDRICOS

Rita GUIMARÃES

Assistente do Departamento de Engenharia Rural da Universidade de Évora, Núcleo da Mitra, 7002-054, Évora, rcq@uevora.pt

Emídio SANTOS

Professor Associado do Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura do Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001, Lisboa, emidio@civil.ist.utl.pt

A simulação vem sendo uma importante ferramenta para projectistas nas mais diversas áreas do conhecimento. Na área dos recursos hídricos, a incerteza inerente ao desconhecimento da população dos dados e as condicionantes da extensão dos registos dos mesmos estar longe do desejável, conjugam-se para tornar a utilização da simulação, método de Monte Carlo, como ainda se denomina, como especialmente adequada.

A utilização dos recursos hídricos aos níveis que a sociedade de hoje necessita, tornam o armazenamento indispensável para que o recurso se possa adaptar às condições de consumo. Assim, a necessidade de diminuir a incerteza no dimensionamento para níveis de garantia determinadas é um problema muito importante no domínio da utilização dos recursos hídricos que só se consegue resolver satisfatoriamente recorrendo à simulação. Por outro lado, a necessidade de implementar políticas de exploração adequadas também necessita utilizar as mesmas técnicas para se obterem resultados com incerteza minorada.

A obtenção de séries sintéticas, simuladas, está assim na base de muitos dos métodos utilizados no dimensionamento e gestão de sistemas de recursos hídricos. Neste estudo analisam-se as condições que se devem verificar nas séries sintéticas a utilizar no tipo de estudos referidos. Foram geradas séries sintéticas de escoamentos anuais e mensais com preservação das características estatísticas, médias, variâncias, assimetrias e correlações, das séries históricas e determinou-se o número de séries a gerar bem como o seu tamanho.

Os resultados obtidos confirmam a metodologia proposta como um processo recomendável para a resolução dos aspectos analisados.

PALAVRAS-CHAVE: Método de Monte Carlo, simulação, hidrologia estocástica, dimensionamento e gestão de sistemas de recursos hídricos, número e tamanho das séries a gerar.

BASE DE DADOS DE INSPECÇÕES DE QUEBRA-MARES DE TALUDES

Rute LEMOS

Eng.º Civil, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, +351.218 443 427, rlemos@lneec.pt

António GONÇALVES

Eng.º Informático, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, +351.218 443 748, agoncalves@lneec.pt

João A. SANTOS

Eng.º Civil, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, +351.218 443 451, jasantos@lneec.pt

Luís G. SILVA

Eng.º Civil, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, +351.218 443 602, lgsilva@lneec.pt

João P. RAMALHO

Estagiário, LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, +351.218 443 912, jramalho@lneec.pt

RESUMO

O Laboratório Nacional de Engenharia Civil é responsável, desde 1986, pela inspeção periódica de cerca de 30 quebra-mares de taludes. Esta inspeção tem consistido na observação da parte emersa daquelas estruturas e no preenchimento de um formulário de inspeção onde se procura caracterizar os vários componentes do perfil dos diversos troços de cada estrutura.

Para facilitar o armazenamento e a consulta desta informação, desenvolveu-se a base de dados ANOSOM (Análise de Observação Sistemática de Obras Marítimas) que tem vindo a ser adaptada para responder às exigências do utilizador. Com base na evolução de cada componente do troço desde uma data de referência até à última inspeção, é possível realizar o diagnóstico desse componente e classificar as necessidades de operações de manutenção / reparação no mesmo elemento.

Com a disponibilização de levantamentos da envolvente do quebra-mar, tornou-se necessário estender a base de dados ANOSOM para conter este novo tipo de informação. Uma vez que a informação dos levantamentos relevante se pode resumir à evolução de perfis transversais da sua envolvente, desenvolveram-se vários procedimentos para facilitar a extracção de perfis daqueles levantamentos utilizando o Golden Software Surfer™, bem como para gerir esta informação através de uma interface com o utilizador adequada. Desta forma, a ANOSOM deixou de ser uma base de dados para se tornar uma aplicação informática, uma vez que para além das funcionalidades para coligir e gerir os dados acima referenciados, passou a integrar funcionalidades de processamento dos mesmos.

Nesta comunicação apresenta-se a aplicação informática ANOSOM, nomeadamente a estrutura relacional para armazenar os dados das inspeções de quebra-mares de taludes, ilustrando-se as novas funcionalidades no processamento desses dados.

Para isso, tomou-se como exemplo o molhe Oeste do porto de Sines, onde quase todos os anos é levantado um conjunto de secções com um sondador acústico. As linhas de levantamento distam entre si cerca de 50 m, nos primeiros 1000 m do molhe, e cerca de 25 m no resto do quebra-mar, até à cabeça do mesmo, Figura 1a).

Comparando a envolvente obtida do levantamento de 2001 com a do levantamento de 2003, Figura 1b), verifica-se que, aparte a zona central, correspondente à parte emersa desse trecho do quebra-mar, as diferenças entre os dois levantamentos são negligenciáveis. O motivo da diferença encontrada é o levantamento da parte emersa realizado em 2003 mas não em 2001.

Estas diferenças também podem observar-se no gráfico da Figura 2, com os perfis das envolventes de 2001 e de 2003. Como pode ver-se na figura, na zona correspondente à parte emersa

da estrutura, em que não existem pontos levantados em 2001, a diferença entre as secções é notável, atingindo 25 m.

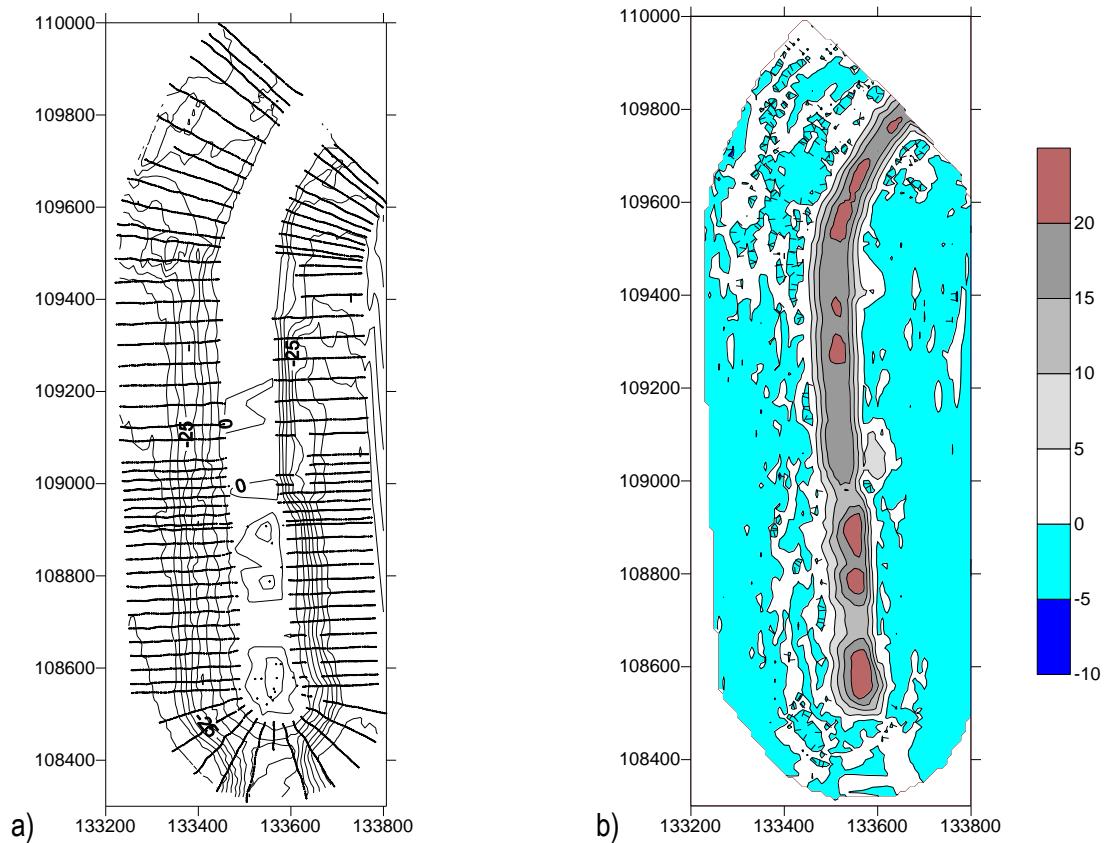


Figura 1 - Molhe oeste do porto de Sines. a) Levantamento realizado em 2001. b) diferenças entre os levantamentos de 2003 e 2001.

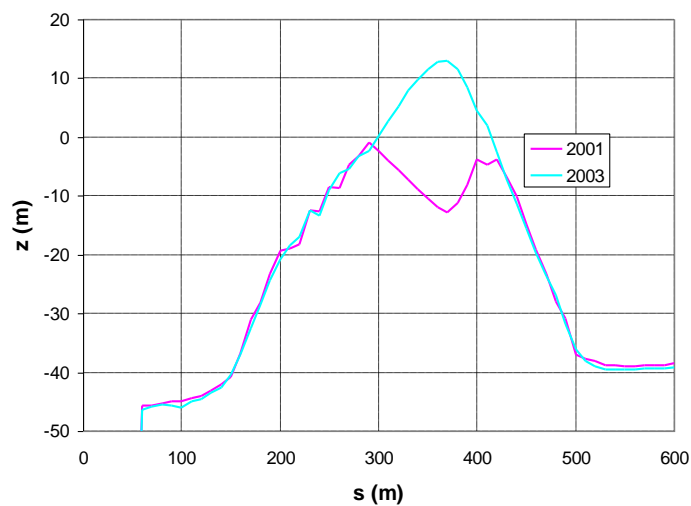


Figura 2 - Perfis da envolvente do quebra-mar, em $y = 108\ 600$ m, obtidos a partir dos levantamentos realizados em 2001 e 2003 .

Os exemplos apresentados mostram a importância de promover a implementação no ANOSOM de mais algumas funcionalidades do Golden Software Surfer, nomeadamente a eliminação de zonas onde não existem dados.



TEMA 11

HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS

ESTUDO DA PERDA DE CARGA LINEAR NO TÚNEL ESCAVADO EM ROCHA DA USINA HIDRELÉTRICA DE SERRA DA MESA

Cristiane C. BATTISTON

Eng.ª Civil, Bolsista do CNPq, IPH/UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 9500, Porto Alegre-RS, 55 51 3316 6405, cbattiston@ig.com.br

Natalia M. B. SIMMARI

Eng.ª Civil, IPH/UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 9500, Porto Alegre-RS, 55 51 3316 6405, natalia@ppgiph.ufrgs.br

Alba V. B. CANELLAS

Eng.ª Civil, FURNAS, Rua Real Grandeza, 219, Rio de Janeiro-RJ, 55 21 2528 3304, alba@furnas.com.br

Marcelo G. MARQUES

Eng.º Civil Phd, IPH/UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 9500, Porto Alegre-RS, 55 51 3316 6405, mmarques@iph.ufrgs.br

Este trabalho faz parte do projeto de pesquisa “Transientes Hidráulicos em Circuitos de Usinas Hidrelétricas”, desenvolvido dentro da parceria entre o Instituto de Pesquisas Hidráulicas – IPH e FURNAS Centrais Elétricas S.A, visando a sua utilização no dimensionamento e planejamento de Usinas Hidrelétricas, em atendimento às disposições da Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000.

Durante o projeto de uma usina hidrelétrica o cálculo das perdas de carga deve levar a valores o mais próximo possível dos reais.

A super ou subestimação da perda de carga reflete-se, respectivamente, em uma diminuição ou um aumento da queda útil. Isto pode levar à implantação de turbinas sub ou super dimensionadas que operam fora de seu ponto ótimo de funcionamento, situação indesejável no projeto de uma usina.

A Usina Hidrelétrica de Serra da Mesa, construída no Rio Tocantins Goiás-Brasil, é uma usina subterrânea que possui um túnel escavado em rocha sem revestimento, o qual é responsável pela restituição da água turbinada ao leito natural do rio.

Algumas características da usina importantes para este estudo:

- As turbinas 3 instaladas em Serra da Mesa são de tipo Francis de eixo vertical, carga hidráulica de 117,2m, rotação de 120rpm e potência nominal de 425MW.

- O topo da chaminé de equilíbrio não atinge a superfície do solo, sendo a entrada de ar feita através de um túnel de acesso que permite a atuação da pressão atmosférica na superfície livre da água na chaminé.

- O túnel de fuga, de 525 m de comprimento, tem uma seção típica em ferradura escavada na rocha e com revestimento em concreto somente na base. Possui uma área média de 293m² e perímetro médio de 66,56m. No seu início, junto à chaminé de equilíbrio, possui uma transição de 31m de comprimento até atingir a seção típica.

- O canal de fuga é um canal de aproximadamente 90m de comprimento que comunica o túnel de fuga com a calha natural do rio Tocantins. O mesmo foi escavado em rocha e tem uma seção trapezoidal.

Monitorou-se a operação desta usina registrando os níveis d'água no reservatório, na chaminé de equilíbrio e no canal de fuga, além de potências e aberturas provenientes de cada uma das 3 turbinas. Estes dados proporcionaram o desenvolvimento deste estudo sobre a perda de carga linear no túnel, determinando seu coeficiente de atrito no intuito de confrontá-lo com as indicações da bibliografia corrente.

Através dos níveis d'água registrados foi possível o cálculo da perda de carga total entre a chaminé de equilíbrio e o canal de fuga. Calcularam-se as perdas de carga localizadas considerando as características do túnel de fuga entre os pontos de medição e os coeficientes indicados na bibliografia. Subtraindo da perda total a perda localizada, obteve-se a perda de carga linear no túnel e, utilizando a fórmula universal de perda de carga, calculou-se o coeficiente de atrito f .

Como se encontravam disponíveis dados de “as-built” do túnel de Serra da Mesa, com o detalhamento das seções transversais a cada 5m, foi possível o cálculo do coeficiente de atrito para este túnel por métodos indicados na bibliografia. A comparação dos coeficientes de atrito teóricos e experimentais encontra-se apresentada na Figura 1. Através desta figura percebe-se que os valores de f experimentais variaram com o número de Reynolds (Re) e que seus valores foram sempre superiores aos empíricos para a faixa de operação da usina.

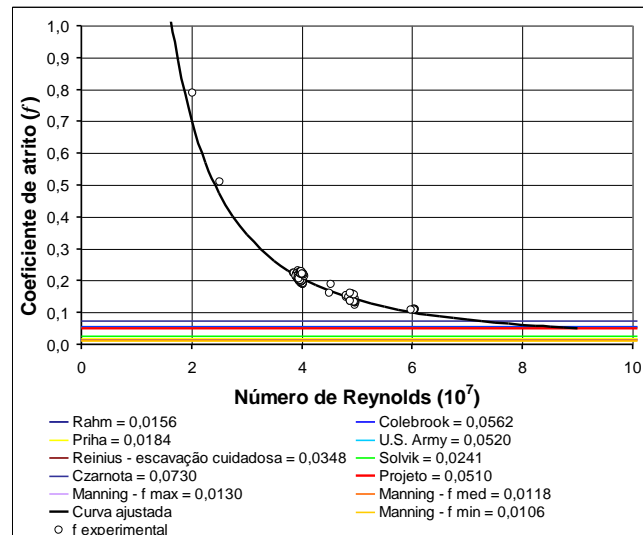


Figura 7 – Comparação entre os coeficientes de atrito teóricos e os experimentais.

Observando o trabalho de LIU & ZHU (2000) e as informações fornecidas por MUNSON *et al.* (1997), verificou-se que o escoamento no túnel da Usina de Serra da Mesa não se apresentava completamente desenvolvido, embora turbulento, o que provavelmente justifique a variação do coeficiente de atrito com o número de Reynolds.

Buscando a validação dos resultados obtidos neste trabalho, realizou-se a simulação do comportamento do nível d'água na chaminé de equilíbrio para uma rejeição de carga ocorrida na Usina de serra da Mesa, aplicando-se a equação formulada.

Foi utilizado o programa CHAMINE-IPH que simula as oscilações de nível de água em uma chaminé de equilíbrio a jusante da casa de força para chaminés do tipo simples e com estrangulamento na base. Este modelo emprega a teoria da coluna rígida (oscilação de massa) cujas equações são resolvidas pelo método das diferenças finitas.

Os resultados mostraram que o nível inicial na chaminé (regime permanente) foi bem representado pela simulação e que no regime transiente o amortecimento das ondas reais e teóricas foi similar ao real, indicando o bom ajuste dos coeficientes de perda de carga.

Com este estudo verificou-se que o coeficiente de atrito de um túnel escavado em rocha, com seção transversal em forma de ferradura, pode variar com o número de Reynolds, mesmo quando seu escoamento encontra-se em região de turbulência plena.

No caso estudado, túnel da Usina Hidrelétrica de Serra da Mesa, esta variação pode ter ocorrido devido ao fato de seu comprimento ser inferior ao comprimento necessário para o desenvolvimento completo do escoamento (estabilização do perfil de velocidades).

Os resultados frente ao regime permanente e transiente mostraram que a metodologia para determinação dos coeficientes de atrito foi adequada.

VÁLVULAS DE CONTROLE MULTIJATO

Henrique M. P. ROSA

Engº Mecânico – Msc – Alstom/Doutorando - USP, Av. Charles Schneider, s/n – 12040-001, Taubaté-SP,
+55 12 3608-3287, henrique.rosa@power.alstom.com

RESUMO ALARGADO

Válvulas de controle são componentes necessários em sistemas de adução, redes de distribuição de água e circuitos hidráulicos em geral. Em muitas instalações, principalmente nas mais antigas, são utilizadas para controle, válvulas que não são originalmente concebidas para esta função, como é o caso das válvulas *on-off*, projetadas para trabalhar em duas posições: totalmente abertas ou totalmente fechadas. Ainda hoje é possível encontrar em alguns projetos esta prática. A adaptação de válvulas não é aconselhável por vários motivos: cavitação, ruídos exagerados, desgaste de peças, diminuição da vida útil, dentre outros. Tais deficiências técnicas redundam obviamente em prejuízo financeiro.

A válvula de controle ideal é aquela que possibilita dissipar a maior quantidade de energia possível dentro do seu curso, com controle da cavitação dentro de limites aceitáveis e não danosos. Entre todos os tipos, as válvulas que melhor atendem a estes requisitos são as multijato.

Este trabalho tem por objetivo fazer um estudo de determinado tipo de válvula de controle multijato, aquele que tem como concepção, o deslocamento relativo entre duas placas circulares, posicionadas perpendicularmente à direção da tubulação. Algumas empresas fabricam este tipo de válvula, entre elas cita-se a Alstom, que fornece o modelo denominado Monovar, e que cedeu as informações necessárias para elaboração deste artigo.

Esta válvula, Figura 1, é constituída basicamente de um corpo em forma de anel (1) que abriga duas placas circulares (2 e 3) colocadas na direção perpendicular ao fluxo.

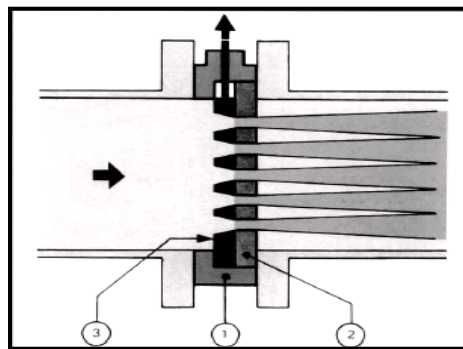


Figura 1 – Monovar

A placa à jusante (2) é fixa. A placa à montante (3), que desempenha a função de obturador, desliza verticalmente de maneira a modificar progressivamente a seção de passagem de cada orifício. A variação desta seção, resulta na variação de perda de carga (diferença entre a pressão montante e jusante) através da válvula. Logo, com o posicionamento da placa móvel é possível vários controles.

A Figura 2, mostra a variação do coeficiente de perda singular da válvula em função da posição do obturador, identificada pela porcentagem de abertura.

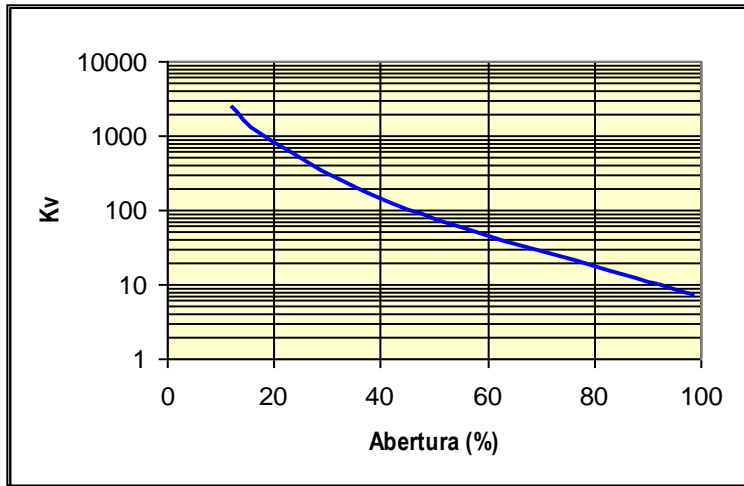


Figura 2 – Coeficiente de perda de carga

O princípio múltiplos jatos permite conjugar numa única válvula, alta capacidade de dissipação de energia, e controle da cavitação. Isto o faz oportuno para o uso em instalações hidráulicas onde a diferença de pressão através da válvula, sobretudo em escoamentos com baixas vazões, geralmente produz danos por cavitação em outros tipos de válvulas. Isto significa que, a pressão a jusante pode ser relativamente pequena, suficiente apenas para manter a válvula submersa, enquanto que a pressão de montante pode ser relativamente alta. Esta característica permite o controle de escoamentos com altas pressões, até 250mca, utilizando-se apenas uma única válvula.

O comportamento hidráulico da válvula é caracterizado pelas curvas características de vazão e cavitação (Fig. 3). Estas curvas são utilizadas também para o seu dimensionamento.

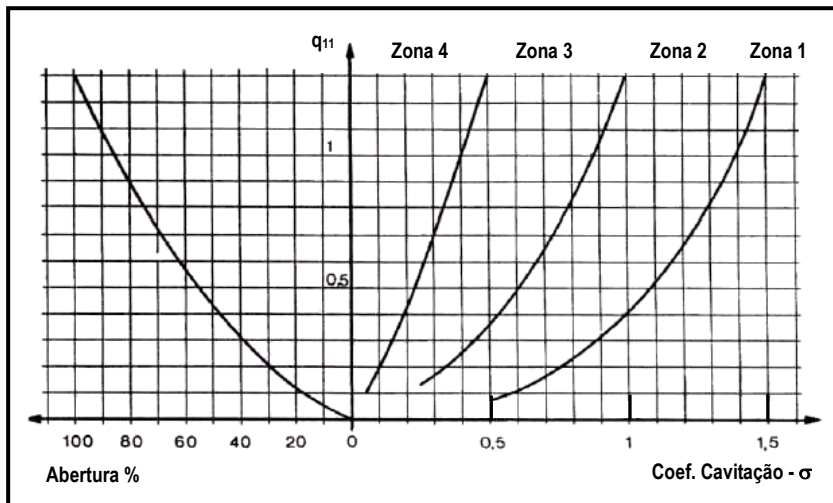


Figura 3 – Curvas característica de vazão e cavitação

$$q_{11} = \frac{Q}{D^2 \sqrt{\Delta H}} \quad (1)$$

Onde:

q_{11} - vazão reduzida;

Q - vazão atravessando a válvula (m³/s);

D - diâmetro da válvula (m);

ΔH - perda de carga através da válvula (mca) = $P_M - P_J$.

EMULSIONAMENTO DE AR DO ESCOAMENTO DESLIZANTE SOBRE TURBILHÕES EM DESCARREGADORES DE CHEIAS EM DEGRAUS

Inês MEIRELES

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

Jorge MATOS

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

José FALCÃO de MELO

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

RESUMO ALARGADO

No dimensionamento hidráulico de descarregadores de cheias em degraus em barragens de betão ou de betão compactado por cilindros (BCC), assume particular importância a avaliação do teor de ar emulsionado no escoamento ao longo do descarregador, nomeadamente no que concerne à dissipação de energia, empolamento da veia líquida e protecção contra a erosão de cavitação.

Alguns trabalhos desenvolvidos até ao presente (e.g. MATOS 1999 e BOES e HAGER 2003a) apresentam modelos teórico-experimentais para estimar a concentração média de ar ao longo do descarregador. No entanto, o modelo desenvolvido por MATOS (1999) baseia-se em resultados experimentais obtidos para uma única altura dos degraus do descarregador e BOES e HAGER (2003a) propõem um modelo único para o trecho a jusante da secção de afloramento da camada limite, que não contempla a distinção dos trechos de escoamento rápida e gradualmente variado. A partir de um conjunto de dados experimentais mais alargado obtidos no descarregador em degraus construído no LNEC, entendeu-se de interesse desenvolver um novo modelo para estimar a concentração média de ar a jusante da secção de afloramento da camada limite (MEIRELES 2004):

$$\bar{C} = 0,210 + 0,291e^{\left[-0,674(\ln s' - 2,972)^2\right]} \quad \text{para } s' < 30 \quad (r = 0,956) \quad (1)$$

$$\bar{C} = \left(0,884 - \frac{1,098}{\sqrt{s'}}\right)^2 \quad \text{para } s' \geq 30 \quad (r = 0,866) \quad (2)$$

em que \bar{C} é a concentração média de ar e s' a distância adimensionalizada medida segundo a soleira do descarregador ($s' = (s - s_i)/h_i$, sendo s_i a distância desde a crista até à secção de afloramento da camada limite e h_i a altura equivalente de água naquela secção).

Para o dimensionamento das paredes de descarregadores em degraus, diversos autores recomendam que a sua altura (h_p) seja determinada a partir da expressão com base na altura representativa (e.g. BOES e MINOR 2000, 2002, BOES e HAGER 2003b, YASUDA e CHANSON 2003 e OHTSU *et al.* 2004)

$$h_p = n Y_{90} \quad (3)$$

em que Y_x é a distância à soleira, segundo a normal, do ponto em que a concentração de ar é $x\%$ (i.e., 90% para Y_{90}) e n um coeficiente de segurança, baseado na relação entre as alturas representativas do escoamento Y_{99} e Y_{90} .

Os resultados experimentais obtidos no descarregador em degraus construído no LNEC evidenciam que a relação entre as alturas representativas do escoamento Y_{99} e Y_{90} poderá ser significativamente superior à proposta nos estudos anteriores, pelo que são apresentadas novas

expressões para o dimensionamento da altura das paredes do descarregador em degraus. Na Figura 8 apresentam-se os resultados experimentais obtidos, assim como a respectiva equação de regressão

$$\frac{Y_{99}}{Y_{90}} = 1,140 + 0,8143 \left(\frac{h_c}{h_d} \right)^{-1,499} \quad (r = 0,958) \quad (4)$$

em que h_c é a altura crítica e h_d a altura dos degraus.

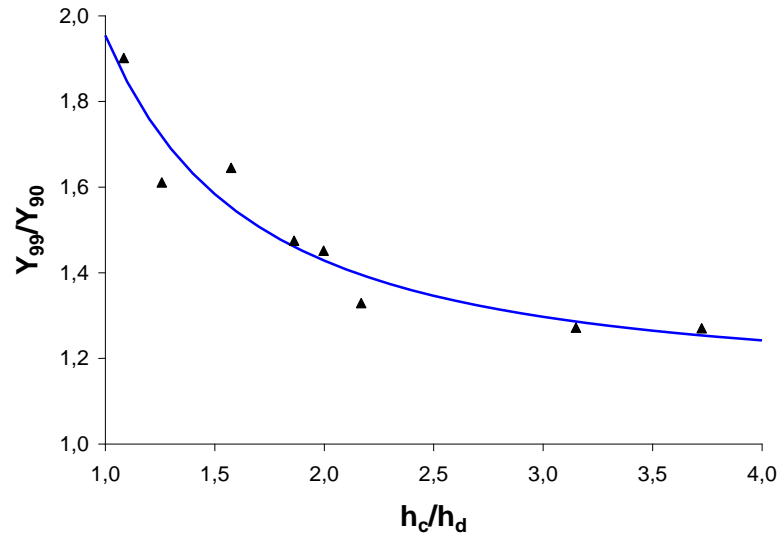


Figura 8 – Evolução dos valores máximos de Y_{99}/Y_{90} em função de h_c/h_d : Resultados experimentais e Eq. (4).

Em virtude de se revelar necessário, para o dimensionamento hidráulico de descarregadores de cheias em degraus, o cálculo da altura equivalente de água na secção de afloramento da camada limite, apresenta-se também a equação de regressão obtida experimentalmente que relaciona Y_{99} e h_i , em função da altura crítica adimensionalizada pela altura dos degraus (Figura 9):

$$\frac{Y_{99}}{h_i} = -5,775 + 8,174 \left(\frac{h_c}{h_d} \right)^{-0,04511} \quad (r = 0,915) \quad (5)$$

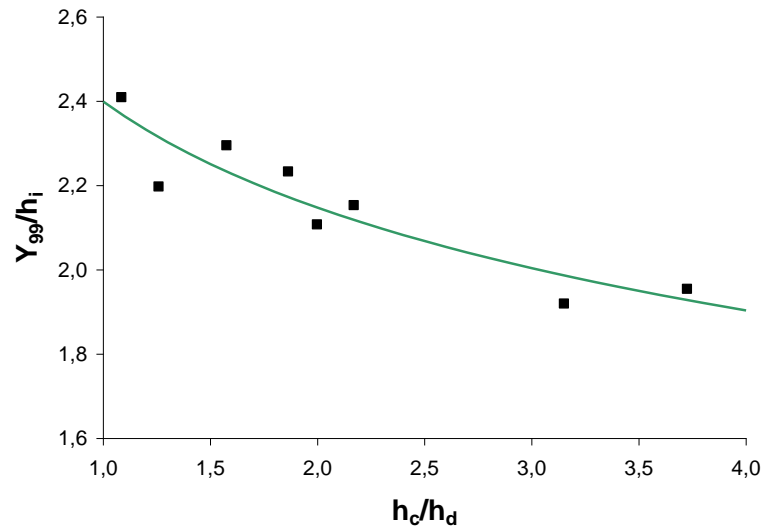


Figura 9 – Evolução dos valores máximos de Y_{99}/h_i em função de h_c/h_d : Resultados experimentais e Eq. (5).

CARACTERÍSTICAS DO CAMPO DE VELOCIDADES EM MECANISMOS DE TRANSPOSIÇÃO DE PEIXES DO TIPO RANHURA VERTICAL

Janaine Zanella COLETTI

Eng.ª Civil, IPH/UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 9500, Porto Alegre, Brasil, +55-51-33166114, janainecoletti@hotmail.com

Daniela Guzzon SANAGIOTTO

Eng.ª Civil, IPH/UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 9500, Porto Alegre, Brasil, +55-51-33166114, danielas@ppqiph.ufrgs.br

Marcelo Giulian MARQUES

Eng.º Civil, IPH/UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 9500, Porto Alegre, Brasil, +55-51-33166405, mmarques@iph.ufrgs.br

RESUMO

Mecanismos de Transposição de Peixes são alguns dos recursos utilizados para diminuir o impacto causado pela construção de barragens em rios, principalmente para as espécies que migram. No entanto se observa, no Brasil, que muitas dessas estruturas não apresentam eficiência satisfatória quanto ao seu objetivo principal, de condução da ictiofauna do trecho de jusante para montante do barramento. Acredita-se que uma das principais causas disso esteja relacionada à utilização inadequada de critérios internacionais de dimensionamento, desconsiderando os padrões da ictiofauna local. Com isso surge a necessidade do estudo do comportamento hidráulico desses mecanismos de transposição de peixes em conjunto com a avaliação da capacidade natatória dos peixes. Neste trabalho apresentam-se os resultados preliminares do estudo realizado em um modelo reduzido, na escala 1:20, relativo à Escada de Peixes do tipo Ranhura Vertical do reservatório da UHE de Igarapava/MG – Brasil. Essa escada de peixes foi escolhida para reprodução em modelo por possuir uma das melhores eficiências no Brasil. Estão sendo estudadas diversas condições de escoamento, avaliando o campo de velocidades em diferentes planos horizontais. A partir do mapeamento de velocidades foi possível verificar o jato formado na abertura das ranhuras, onde a velocidade atinge valores pontuais três vezes maiores que a média na seção central do tanque. Também se observou a formação de duas zonas de recirculação de água, à esquerda e à direita do tanque, conforme esperado. A visualização do escoamento foi feita através de filmagem e com o uso de traçadores esféricos de PEAD (Polietileno de Alta Densidade).

PALAVRAS-CHAVE: Mecanismos de transposição de peixes, campo de velocidades.

DISSIPAÇÃO DE ENERGIA EM QUEDAS EM DEGRAUS EM COLECTORES. ESTUDO EXPERIMENTAL

João AFONSO

Engenheiro Civil, CENOR – Projectos de Engenharia, Lda., Lisboa, Portugal, 21.8437300, joao.afonso@cenor.pt

Jorge MATOS

Professor Auxiliar, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, Portugal, 21.8418145, jm@civil.ist.utl.pt

Maria do Céu ALMEIDA

Investigadora Auxiliar, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Departamento de Hidráulica e Ambiente, Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, 21.8443627, mcalmeida@lnec.pt

RESUMO ALARGADO

A ocorrência de singularidades, como quedas em câmaras de visita, é frequente ao longo dos sistemas de drenagem de águas residuais. O conhecimento da hidráulica e, em particular, da dissipação de energia em quedas afigura-se importante para o dimensionamento hidráulico-sanitário daquele tipo de sistemas.

O vasto conhecimento e experiência adquiridos na aplicação de quedas com soleira em degraus para dissipação de energia em obras hidráulicas e para rearejamento de cursos de água tem motivado o interesse na sua generalização a sistemas de drenagem de águas residuais.

Por forma a aprofundar o conhecimento sobre a dissipação de energia em neste tipo de estruturas em colectores de águas residuais, efectuaram-se ensaios numa instalação experimental construída no Laboratório de Hidráulica e Recursos Hídricos do Instituto Superior Técnico. A instalação é constituída por duas condutas de PVC transparente, com 0,154 m de diâmetro interior, separadas por uma estrutura de queda. Na secção terminal da conduta de jusante encontra-se instalada uma comporta plana, que permite impor o ressalto hidráulico na secção de impacto do jacto, imediatamente a jusante da queda. Efectuaram-se ensaios em quedas com soleira em degraus, para alturas compreendidas entre 0,20 e 0,40 m, sendo os resultados comparados com os obtidos por SOUSA e LOPES (2002) em quedas verticais de altura compreendida entre 0,10 e 0,40 m. Nas quedas com soleira em degraus, realizaram-se ensaios com degraus de altura, h_d , de 0,025 e de 0,50 m, num canal com declive de 1:2 ($h_d/l_d = 0,5$). Os caudais ensaiados variaram entre cerca de 1 a 4 l s⁻¹. Estabeleceu-se um valor nulo do declive em ambas as condutas.

Nos ensaios com quedas em degraus observaram-se tipos de escoamento idênticos aos usualmente observados em canais rectangulares com soleira em degraus, nomeadamente: escoamento em quedas sucessivas (EQS), com impacto total do jacto na soleira do degrau - EQS (itj), ou com impacto parcial do jacto na soleira do degrau - EQS (ipj), e escoamento deslizante sobre turbilhões (EDT).

Para o estudo da dissipação de energia na queda e no ressalto hidráulico localizado imediatamente a jusante da secção de impacto do jacto, utilizou-se a metodologia que consistiu na medição da altura do escoamento a jusante do ressalto hidráulico e na posterior aplicação da equação de conservação da quantidade de movimento para determinação da altura conjugada na secção imediatamente a montante do ressalto. Para o efeito, admitiu-se que a distribuição de pressões naquela secção é hidrostática. Os resultados obtidos permitiram concluir que (Figura 1):

- A perda de carga na queda depende do tipo de queda. Para idêntico valor da altura da queda adimensionalizada pela altura crítica (h_q/h_c), a perda de carga em quedas verticais é superior à observada em quedas com soleira em degraus. Neste tipo de quedas, a perda de carga é maior quando o escoamento se dá em quedas sucessivas, comparativamente ao escoamento deslizante sobre turbilhões – Eq. (1), (2) e (3).

- A perda de carga na queda é muito superior à que ocorre no ressalto hidráulico, independentemente do tipo de queda, sendo esta última praticamente independente de h_q/h_c e compreendida entre cerca de 0,10 $H_{máx}$ e 0,20 $H_{máx}$.
- A perda de carga total (na queda e no ressalto hidráulico), é praticamente independente do tipo de queda, e pode ser expressa por intermédio da Eq. (4).

Perda de carga na queda	Quedas verticais	$\frac{\Delta H_q}{H_{máx}} = 1 - \left(1 + 0,2968 \times \frac{h_q}{h_c} \right)^{-1}, r = 0,9775 \quad (1)$
	Quedas em degraus (EQS)	$\frac{\Delta H_q}{H_{máx}} = 1 - \left(1 + 0,2685 \times \frac{h_q}{h_c} \right)^{-1}, r = 0,9382 \quad (2)$
	Quedas em degraus (EDT)	$\frac{\Delta H_q}{H_{máx}} = 1 - \left(1 + 0,2164 \times \frac{h_q}{h_c} \right)^{-1}, r = 0,9331 \quad (3)$
Perda de carga total	$\frac{\Delta H_t}{H_{máx}} = 1 - \left(1 + 0,5070 \times \frac{h_q}{h_c} \right)^{-1}, r = 0,9996 \quad (4)$	

Nota: ΔH_q – perda de carga na queda; ΔH_t – perda de carga total (na queda e no ressalto hidráulico); $H_{máx}$ – carga hidráulica do escoamento potencial no pé da queda ($H_{máx} = h_q + h_c + \alpha U_c^2/2g$); h_q – altura da queda; h_c – altura crítica; α – coeficiente de Coriolis ($\alpha = 1,0$); U_c – velocidade média do escoamento em regime crítico; g – aceleração da gravidade ($g = 9,81 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$).

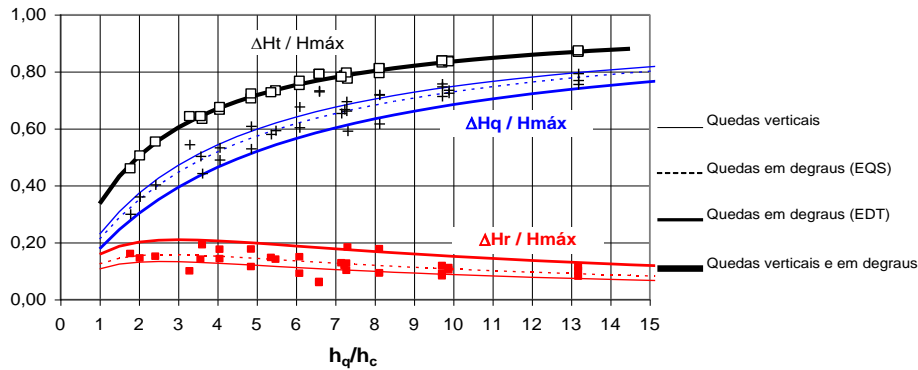


Figura 1 – Perda de carga adimensionalizada total ($\Delta H_t/H_{máx}$), na queda ($\Delta H_q/H_{máx}$) e no ressalto ($\Delta H_r/H_{máx}$), em função de h_q/h_c .

SISTEMAS COMPLEXOS DE CHAMINÉS DE EQUILÍBRIO EM APROVEITAMENTOS HIDROELÉCTRICOS

José Alfeu A. SÁ MARQUES;

Eng.º Civil, Prof Auxiliar da F.C.T.U.C., Polo II, Pinhal de Marrocos, 3030-290, Coimbra, +351 239 797 148
jasm@dec.uc.pt

Helena M. Martins SIMÃO;

Eng.ª Civil, Profª Adjunta da E.S.T.G. do I.P.Guarda, Av. Dr.Francisco Sá Carneiro, 50, 6300-559, Guarda, +351 271 220 120
hsimao@ipg.pt

Jorge M. Pascoal AMADO (3)

Eng.º Civil, Prof. Adjunto da E.S.T.G. do I.P.Guarda, Av. Dr.Francisco Sá Carneiro, 50, 6300-559, Guarda, +351 271 220 120
jwriter@ipg.pt

RESUMO ALARGADO

A produção hidroeléctrica é um dos sectores onde as energias renováveis desempenham um papel muito importante no controlo dos problemas ambientais, numa perspectiva de reduzir as emissões gasosas, visando cumprir o protocolo de Quioto. De igual modo deve ser equacionada a sua contribuição para a resolução de outras questões e os correspondentes benefícios sociais e económicos.

Nesse sentido, tem-se verificado um acentuado desenvolvimento na implementação de aproveitamentos hidroeléctricos, que apresentam, comparativamente a outras fontes de produção de energia, a vantagem de aproveitar um recurso energético renovável, ainda que limitado, aliado a um relativamente reduzido impacto ambiental. Refira-se neste contexto a actual posição da Comunidade Europeia sobre estas temáticas, que fixam a meta de 12% da produção energética em 2010 ser proveniente de recursos renováveis.

Para cumprir a directiva comunitária 2001/77/CE que estabelece para Portugal que 39% da produção de electricidade tenha como origem fontes renováveis, será necessário incrementar fortemente a produção hidroeléctrica, sendo que, actualmente os grandes e médios aproveitamentos hidroeléctricos produzem em ano médio cerca de 30% da energia total consumida.

Por outro lado, deve salientar-se que no benefício económico resultante da produção de energia hidroeléctrica, deve incluir-se a valia ambiental como consequência da redução das emissões de poluentes, inerentes à produção de energia eléctrica sob a forma térmica.

Para o aproveitamento da energia potencial gravítica resultante de desníveis nos cursos de água é fundamental conjugar a minimização dos impactos ambientais com critérios económicos e de segurança dos empreendimentos resultantes.

Os aproveitamentos hidroeléctricos integram sistemas e circuitos hidráulicos sendo que os caudais a ele afluentes evoluem aleatoriamente no tempo e, muito embora em grande parte do seu período de funcionamento se possa considerar que estes funcionam e são operados em condições de regime permanente, estão sujeitos à ocorrência de regimes transitórios.

A configuração do circuito hidráulico assume um papel fundamental no projecto, operação e manutenção dos circuitos hidráulicos de um aproveitamento hidroeléctrico nomeadamente quando se manifesta uma brusca alteração do caudal turbinado a qual tem como consequência a ocorrência de um regime de escoamento em que a pressão e a velocidade são variáveis.

Assim, para que um sistema possa funcionar de uma forma fiável, eficaz e segura, é necessário um estudo adequado do seu comportamento, de modo a controlar a ocorrência destes regimes transitórios, sejam eles inerentes ao funcionamento do aproveitamento ou acidentais. O controlo da ocorrência destes regimes, pode revelar a necessidade de adoptar um dispositivo de protecção ao

circuito hidráulico que permita assegurar a necessária fiabilidade de exploração da central e condicionar características e condições de operação dos equipamentos.

Um desses dispositivos é a chaminé de equilíbrio que, idealmente deverá localizar-se o mais próximo possível da central, de modo a reduzir as sobrepressões que tendem a desenvolver-se na conduta forçada. Em termos de funcionamento, a chaminé de equilíbrio absorverá ou libertará, temporariamente, qualquer alteração da energia cinética da água na galeria, ocasionada pela modificação do regime de funcionamento das turbinas, a qual se manifesta por elevação ou abaixamento no seu nível de água.

Deste modo, a oscilação em massa que ocorre na chaminé de equilíbrio, é amortecida pelo efeito do atrito no sistema, pelo que é fundamental uma determinação tão próxima quanto possível da situação real, do valor das perdas de carga provocadas pelo atrito na conduta e da água em movimento. Para isso, a modelação matemática, como suporte para a análise do comportamento do circuito hidráulico e para a simulação do regime de escoamento inerente à operação e ao funcionamento do sistema, revelam-se indispensáveis, podendo confirmar a necessidade de adopção de dispositivos de protecção ou de outro tipo de medidas.

Um dos métodos de integração das equações que regem o comportamento dos regimes variáveis é o método das características (*MOC*). Contudo, algumas das simplificações referidas são questionáveis, nomeadamente a consideração do factor de atrito f constante ao longo dos regimes transitórios que, segundo estudos teóricos e experimentais, pode conduzir a discrepâncias, mais ou menos significativas, entre os resultados numéricos e a realidade física do fenómeno.

A simulação do fenómeno do choque hidráulico, considerando o efeito do factor de atrito não constante ao longo dos transitórios, pode conseguir-se introduzindo uma pequena alteração nas equações de compatibilidade do método das características, com um desprezável acréscimo do esforço de cálculo, o que levará a resultados mais próximos dos reais.

Para a simulação do efeito do factor de atrito variável foram consideradas as formulações BRUNONE et al. (1991a) e de VITKOVSKY et al. (2000) que, de entre as formulações sugeridas por vários autores e aplicáveis a regime laminar e turbulento, se afiguram ser as que melhor se ajustam ao estudo dos problemas de transitórios hidráulicos considerando o efeito do factor de atrito variável.

Assim, e dado que o estudo de uma chaminé de equilíbrio para protecção e controlo dos regimes transitórios sequentes a variações do caudal turbinado deve ser efectuado de modo a reduzir a amplitude máxima das oscilações no seu nível de água (resposta mais rápida e eficaz do dispositivo de protecção), é analisada a influência do factor de atrito variável em circuitos hidráulicos de aproveitamentos hidroeléctricos com chaminés de equilíbrio em série a montante da central, situação que se pode revelar favorável quando se pretende incrementar a potência da central verificando que a chaminé existente é insuficiente para permitir a ampliação do aproveitamento, podendo ainda adoptarse

uma solução deste tipo quando, para minimizar o impacto ambiental, se opte pela construção de mais do que uma chaminé se o diâmetro equivalente de uma só for muito grande ou outras circunstâncias que o estudo técnico e económico da sistema mostre ser essa a solução mais adequada.

Palavras-chave: Aproveitamento hidroeléctrico, sistema complexo, método das características, factor de atrito variável, chaminés de equilíbrio em série.

APLICAÇÃO DO MÉTODO DAS MATRIZES DE TRANSIÇÃO NA AVALIAÇÃO DAS RELAÇÕES ENTRE VOLUME DE CONSERVAÇÃO E DE PROTEÇÃO CONTRA AS CHEIAS

José Nilson B. CAMPOS

Eng.º Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ce, Brasil (55) (85) 3288 9769, nilson@ufc.br

Ticiano Marinho de C. STUDART

Eng.º Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ce, Brasil (55) (85) 3288 9769, ticiano@ufc.br

RESUMO ALARGADO)

1 - COLOCAÇÃO DO PROBLEMA

Com vistas a aumentar as disponibilidades hídricas e reduzir os problemas de cheias no rio Poti, no estado do Piauí, o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas, projetou a barragem Castelo do Piauí, a cerca de 170 km de Teresina, com capacidade de 2.636,9 hm³ e com uma bacia de drenagem de 16.428,8 km². Durante os debates que antecedem à construção da barragem, muitos questionamentos foram levantados. Questionava-se se a barragem não estaria superdimensionada; se a construção de alguns reservatórios a montante, na parte da bacia no estado do Ceará, não a tornaria *um elefante branco*; e outros.

Para responder o questionamento, necessitava-se de um modelo que avaliasse de maneira rápida, com base científica, as questões relacionadas ao período inicial do reservatório, probabilidade de enchimento a partir da condição de vazio e as trocas entre vazões regularizadas e proteção contra as cheias. Havia duas questões centrais na base: 1) avaliação do regime hidrológico em uma bacia hidrográfica fortemente modificada pela construção de uma rede de reservatórios-barragens; 2) avaliação das condições de operação e enchimento do reservatório Castelo na fase transiente (probabilidade de enchimento do reservatório a partir da condição inicialmente seco).

O modelo utilizado para avaliação hidrológica do problema consistiu em uma combinação da simulação Monte Carlo e o método das matrizes de transição adaptada por Campos(1986) para as condições dos rios do Nordeste brasileiro.

2. O REGIME FLUVIAL DO RIO POTI NO SÍTIO DA BARRAGEM CASTELO

Em função das modificações ocorridas na bacia hidrográfica nos anos recentes e da existência de vários projetos para o futuro, a avaliação do regime de escoamento foi procedida em três diferentes cenários::

- *Cenário 0* – Reproduz as condições do passado, anterior à construção dos reservatórios no Ceará (usado apenas como referência);
- *Cenário 1* - É o cenário atual, onde parte das vazões da bacia é retida nos reservatórios cearenses, e parte das vazões segue para a Barragem Castelo, através das sangrias;
- *Cenário 2* – É o cenário futuro, *em condições extremas*, onde as bacias no lado do Ceará são totalmente controladas por reservatórios de capacidades infinitas.

O regime de escoamento é caracterizado por uma média e um coeficiente de variação e uma função distribuição de probabilidade (no caso a Gama). Os cálculos foram procedidos por simulação da série histórica de vazões afluentes. Os resultados estão condensados no Quadro 1.

Quadro 1 - Regime hidrológico do rio Poti no sítio da barragem Castelo nos três cenários de análise.

Cenário	Descrição	Vol.afl.anual (μ) (hm ³ /ano)	CV
0	Passado – antes dos reservatórios do Ceará terem sido construídos	917,98	1,31
1	Atual – Reservatórios do Ceará controlando parte dos deflúvios.	762,60	1,33
2	Futuro – Reservatórios do Ceará controlando totalmente o deflúvios. 0	615,59	1,30

3. A ADAPTAÇÃO DA TEORIA ESTOCÁSTICA AOS RESERVATÓRIOS DO NE DO BRASIL

Os rios intermitentes do Nordeste brasileiro apresentam, como característica marcante, uma longa estação de vazões nulas após a curta estação úmida. Essas características fazem com que os deflúvios anuais sejam serialmente independentes. A representação por matrizes de transição do processo hidrológico de armazenamento de águas em rios intermitentes foi inicialmente desenvolvida por Moran (1954,) para representar os reservatórios do Norte da Austrália.

Campos (1987) desenvolveu uma equação adimensional para representar o balanço hídrico de um reservatório para solucionar o problema do funcionamento hidrológico dos rios intermitentes sujeitos a altas taxas de evaporação. A equação utilizada é a seguinte.

$$z_{t+1} = z_t + i_t - m - f_E \left(\frac{z_{t+1}^{2/3} + z_t^{2/3}}{2} \right) - m - s_t \quad (1)$$

sendo z o volume acumulado adimensional (Z / μ), i o deflúvio adimensional (I / μ), m a retirada adimensional (M / μ), s a sangria adimensional (S / μ) e f_E denota o fator adimensional de evaporação. ($f_E = 3 \cdot \alpha^{1/3} \cdot E / \mu^{1/3}$)

7 - CONCLUSÕES

A aplicação do método de matrizes de transição, segundo a adaptação de Campos, mostrou-se muito versátil para avaliação das trocas entre probabilidade de esvaziamento e probabilidade de enchimento. A evolução do regime hidrológico e de regulação do reservatório Castelo do Piauí pode ser vista no texto do relatório e resumida como se segue: No Cenário 2 – o mais desfavorável - as vazões afluentes à barragem Castelo ainda são consideráveis, sofrendo uma redução de cerca de 20% em relação à situação atual. A vazão regularizada pela barragem Castelo deve variar ao longo do tempo em função: das variações do regime hidrológico das vazões afluentes, conforme descrito no item anterior; da decisão estratégica sobre a divisão do reservatório em *Zona de Conservação* e *Zona de Proteção contra as Cheias*. Para o Cenário 1, mais provável e o atual, o regime de regulação na condição de máxima proteção contra as cheias (capacidade igual a 1.023,15 hm³ e cota ZCR igual a 157,5m) apresenta as seguintes características:

8- BIBLIOGRAFIA

CAMPOS, J.N.B. (1987). A procedure for reservoir sizing on intermittent rivers under high evaporation rate. PhD. Dissertation. Colorado State University. Fort Collins, Co.

MORAN, P.P. (1954). A Probability Theory of Dams and Storage System. Australian Journal of Applied Science. Vol. 5.

DURAÇÃO DAS CHEIAS NO RIO TEJO. AVALIAÇÃO PRELIMINAR

PORTELA, M. M.,

Professora Auxiliar, IST. DECivil, Lisboa, +351.218148141, mms@civil.ist.utl.pt

RESUMO ALARGADO

No âmbito do estudo referente a uma nova travessia sobre o rio Tejo foi necessário proceder à caracterização de cheias no trecho de jusante daquele curso de água com vista a obter estimativas, não só de caudais de ponta de cheia com dados períodos de retorno, mas também de intervalos de tempo durante os quais tais caudais são igualados ou excedidos. Deste modo, pretendia-se introduzir na programação das obras requeridas pela travessia informação relativa a condições limitativas ou mesmo impeditivas da realização dos trabalhos, nomeadamente das intervenções a executar no leito de cheia.

Em face da indisponibilidade de hidrogramas de cheia que permitissem caracterizar a duração das cheias no trecho do rio Tejo em que a obra se previa inserir e associar a tais durações caudais de ponta de cheia, implementou-se um procedimento específico, baseado na utilização de séries de duração parcial de caudais médios diários e em relações entre estes caudais e caudais instantâneos máximos anuais. Não obstante se admitir que tal procedimento possa ter rigor dificilmente quantificável, foi, assim, possível obter informação consistente, embora aproximada, relativa aos períodos de tempo durante os quais se admite permanecerem condições de cheia no trecho estudado do rio Tejo.

No presente artigo descreve-se brevemente o procedimento desenvolvido e expõem-se alguns dos resultados mais relevantes a que conduziu, os quais apontam no sentido de as condições excepcionais de cheia no rio Tejo permanecerem durante intervalos de tempo relativamente curtos.

PALAVRAS-CHAVE: rio Tejo, caudal instantâneo máximo anual, caudal de ponta de cheia, caudal médio diário, séries de duração parcial.

INSTALAÇÃO EXPERIMENTAL PARA O ESTUDO DO CONTROLO AUTOMÁTICO E DA MODERNIZAÇÃO DE CANAIS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

Manuel RIJO

Eng.º Agrónomo, Prof. Assoc. c/ Agregação U. Évora, rjo@uevora.pt

RESUMO ALARGADO

O controlo automático de canais tem como objectivo principal a optimização do transporte e da distribuição da água, por forma a satisfazer os pedidos previsíveis e/ou aleatórios de caudal nos diferentes pontos de derivação. Nas situações reais e com as ferramentas de controlo tradicionais, os sistemas em canal são muito difíceis de operar e esta operação é, quase sempre, bastante ineficiente no uso da água, sobretudo quando se admitem oscilações dos pedidos de caudal (Rijo, 2001).

Nos últimos anos, tem-se assistido a avanços espectaculares ao nível dos equipamentos e das soluções numéricas na área da operação e controlo dos sistemas em canal, mas a sua aplicação a protótipos é ainda reduzida e experimental. Contudo, os sistemas de televigilância e controlo têm preços cada vez mais reduzidos, sendo instrumentos cada vez mais interessantes para a gestão hidráulica. Os custos com os equipamentos, como sejam, computadores, autómatos, sensores, sistemas de comunicação e também “software”, são cada vez mais reduzidos. Por sua vez, a maioria dos autómatos industriais programáveis actuais permitem a definição e instalação simultânea de diversos modos de controlo, que podem ser activados por forma a melhorar a resposta do controlo para cada um dos diversos cenários de distribuição de água, o que é impossível com os controladores tradicionais (hidromecânicos, electromecânicos ou analógicos).

A grande maioria dos investigadores usa simuladores numéricos, não tendo a possibilidade de testar e verificar os diferentes modelos propostos em protótipo ou em modelo físico, o que é possível fazer na instalação experimental que se apresenta, que, por isso, poderá vir a ser:

uma plataforma experimental para investigadores - para definição e ensaio dos diversos controladores automáticos aplicáveis a canais de distribuição de água;

um núcleo de demonstração e divulgação das modernas técnicas de controlo e gestão dos sistemas de distribuição de água em canal, nomeadamente para engenheiros projectistas e gestores (rega ou outros fins).

Na sua página de *internet* (<http://canais.nuhcc.uevora.pt>) faz-se uma apresentação pormenorizada de toda a instalação: reservatórios, canais, equipamentos, quadros eléctricos, comunicações, fotos, algumas imagens do SCADA, etc.

No Núcleo de Hidráulica e Controlo de Canais da Universidade de Évora (NuHCC), está-se em condições de estudar as diferentes abordagens matemáticas, já desenvolvidas ou a desenvolver, recorrendo a simuladores numéricos, a autómatos de testes e finalmente a um modelo físico que é o canal automático. As estratégias de gestão e operação dos canais para os diferentes cenários de distribuição de água podem aí ser testadas e visualizadas.

Para além da apresentação geral da instalação experimental, faz-se uma apresentação sumária do sistema SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition), instalado para a supervisão e controlo do canal automático, e também, de forma genérica, dos diferentes modos de controlo local automáticos já instalados:

controlo por montante, considerando quatro trechos no canal;

controlo por jusante, considerando quatro trechos para todo o canal.

Encontra-se também já instalado o modo de controlo distante por jusante, considerando um único trecho em todo o canal. A dinâmica do trecho de canal é semelhante à do controlo local por montante. Contudo, agora a variável controlada é ajustada através do comando do órgão de montante do trecho e não do de jusante. Esta antecipação vai fazer com que a qualidade da resposta do controlo aumente significativamente. O controlo vai responder melhor às variações previsíveis e/ou aleatórias de caudal nas tomadas, incrementando-se a eficácia do controlo e a economia de água. Por outro lado, o trecho de canal pode manter o mesmo projecto do associado ao controlo local por montante, com as correspondentes economias de obra (Rijo, 1997 c).

A maioria dos sistemas de controlo em canais é em malha fechada para as profundidades e usa, habitualmente, controladores do tipo *PID*, proporcional (*P*), integral (*I*) e derivativo (*D*) (ROGERS *et al.*, 1995), cuja equação genérica é a seguinte:

$$U(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(t) dt + K_d \frac{de(t)}{dt}$$

A sua robustez, simplicidade e fiabilidade são as razões principais desta preferência (ROGERS *et al.*, 1995).

Em canais, o algoritmo *PID* é, quase sempre, reduzido a *PI*, até porque o ganho derivativo é difícil de obter (ROGERS *et al.*, 1995). A acção derivativa é usada quando, em processos lentos, é necessário garantir uma resposta rápida a uma variação brusca, o que raramente poderá acontecer nos sistemas de canais.

No canal automático do NuHCC, os modos de controlo instalados são todos do tipo *PI*.

A optimização tem-se revelado uma forte ferramenta na calibração de controladores com vários parâmetros. Esta técnica tem sido utilizada com sucesso na calibração de controladores *PI* em série. O problema da optimização consiste, basicamente, na minimização de um determinado critério de performance. O método do simplex é indicado na resolução deste tipo de problemas. O modelo SIC, modelo hidráulico usado nas simulações, possui uma rotina pré-definida que usa uma versão modificada do método do simplex que evita os valores negativos para K_p e K_i (Sau, 95). O utilizador deverá apenas ajustar esta rotina ao caso concreto em estudo – número de trechos de canal, número de parâmetros a optimizar (número de trechos a multiplicar pelo número de ganhos a considerar), localização da variável controlada – compilar (FORTRAN 77) e correr o modelo hidráulico na versão de optimização. Esta foi a via usada para a obtenção dos ganhos dos modos de controlo instalados.

Face ao exposto, parece razoável concluir que a instalação apresentada no presente artigo tem potencial para vir a ser uma plataforma de investigação de referência internacional na área do controlo de canais. Por outro lado, os equipamentos que vão surgindo, poderão aqui ser testados em situações de campo, o que é muito importante.

As novas técnicas de gestão e operação de canais de distribuição de água podem ser ensinadas e facilmente testadas experimentalmente, podendo a instalação também ter um papel importante ao nível da difusão das boas práticas e métodos de gestão. Está em curso a calibração de uma panóplia significativa de novos modos de controlo automático que irão permitir estudos de campo comparativos.

Finalmente, pode concluir-se que o modo de controlo por jusante à distância, aqui apresentado e analisado, garante uma boa resposta à variação de caudais nas tomadas e, no caso em estudo, tal foi conseguido com uma economia total de água. Nem sempre será possível tal garantir, atendendo à dinâmica do trecho de canal. As variações de caudal não deverão ser nem muito intensas nem muito bruscas, pelas razões que se apresentam em Rijo (1997b e c).

CALIBRAÇÃO HIDRÁULICA DE CONTROLADORES AUTOMÁTICOS NUM CANAL COM CONTROLO POR JUSANTE À DISTÂNCIA

Manuel RIJO

Eng.º Agrónomo, Prof. Assoc. c/ Agregação U. Évora, rjo@uevora.pt

Carina ARRANJA

Eng.ª dos Recursos Hídricos, Bolseira de Investigação da FCT, ca@uevora.pt

RESUMO ALARGADO

O controlo de canais de distribuição de água visa, em termos gerais, organizar, facilitar e tornar mais eficiente a distribuição dos caudais necessários pelos diferentes utentes. As variáveis controladas são, habitualmente, duas: profundidades no interior dos canais, cujo objectivo é garantir cotas de superfície livre de referência para as tomadas de água, tendo, contudo, como objectivo principal, tornar os canais mais rápidos às variações de caudal na(s) admissão(ões) e/ou nas tomadas de água (Rijo, 1997 a); caudais, nas diferentes derivações, incluindo a admissão e as tomadas de água.

O controlo dos caudais é garantido através de órgãos locais apropriados, manuais ou automáticos, tendo, quase sempre, associados dispositivos de medição. O controlo das profundidades no interior dos canais é bastante mais complexo, podendo ser local ou à distância, numa ou em várias secções de cada trecho de canal (comprimento de canal entre dois órgãos de controlo consecutivos), havendo vários métodos de controlo que se adaptam melhor ou pior a cada situação concreta. Quando se fala de controlo de canais, está-se a referir, quase sempre, ao controlo de profundidades; tal também acontece no presente estudo.

Historicamente, o primeiro tipo de controlo de canais a aparecer foi o controlo local manual, em que os órgãos de controlo são ajustados por um operador (ainda o mais usado a nível mundial), quase sempre de montante para jusante, à medida que a variação de caudal introduzida na admissão se propaga para jusante. É um método pouco preciso e rigoroso, exigente em mão de obra e muito personalizado ou subjectivo, pois depende muito da experiência do cantoneiro (responsável local pela operação diária do canal). Por outro lado, permite obter, habitualmente, grandes economias no dimensionamento dos canais e nos equipamentos de controlo (comportas manuais e descarregadores de altura ajustável) (RIJO, 1993).

Em seguida, apareceu o controlo local automático (em malha fechada). O controlador, em função do desvio observado relativamente ao valor de referência da profundidade controlada, ajusta a posição do órgão de controlo de montante, de jusante ou dos dois em simultâneo. Inicialmente, estes controladores eram exclusivamente proporcionais (P) do tipo mecânico, com recurso a flutuadores, caso das comportas AMIL e AVIS (ALSTHOM, 1981). Apareceram, em seguida, os controladores proporcionais ou integrais (I) electromecânicos, caso das comportas BIVAL, comportas mistas e comportas LittleMan (BUYALSKI *et al.*, 1991), logo seguidos pelos controladores analógicos (por exemplo, o controlador EL-FLO, (BUYALSKI *et al.*, 1991)) com possibilidade de recurso aos modos P , I e derivativo (D).

Os controladores analógicos estão, ultimamente, a ser ultrapassados pelos numéricos, atendendo à vantagem do modo de funcionamento destes, em ciclo fechado, que se repete. O controlo numérico em canais está ainda pouco difundido. O controlo centralizado, em que um controlador central controla todo o sistema hidráulico, tem só algumas realizações a nível mundial, existindo mais aplicações do controlo descentralizado, em que uma série de controladores controlam, de forma independente, todo o sistema; cada controlador é responsável, habitualmente, pelo controlo de um trecho de canal. Nesta última modalidade, a influência dos trechos de canal vizinhos pode ou não ser tida em conta pelo controlador (RIJO, 2003).

O modelo de controlo descentralizado é, conforme assinalado, ajustado a cada trecho de canal. Esse ajustamento, ou calibração, é realizado tendo em conta as características particulares do trecho, sobretudo da sua hidrodinâmica. Os simuladores numéricos mais usuais e mais fiáveis dessa hidrodinâmica são os modelos hidráulicos de regime variável que usam as equações completas de Saint-Venant (CUNGE *et al.*, 1980):

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \qquad \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial Q^2 / A}{\partial x} + g \cdot A \cdot \frac{\partial Z}{\partial x} = g \cdot A \cdot (i - J)$$

sendo $A(x,t)$ a área da secção líquida transversal (m^2), $Q(x,t)$ o caudal ($m^3 \cdot s^{-1}$), x a distância na direcção do escoamento (m), t o tempo (s), g a aceleração da gravidade ($m \cdot s^{-2}$), $Z(x,t)$ a cota da superfície livre (m), i o declive longitudinal do rasto do canal e J a perda de carga unitária (m/m).

No presente trabalho é usado um modelo hidráulico de regime variável como simulador da dinâmica do canal e para a calibração dos controladores do tipo P e PI que se apresentam. A equação geral do controlador PID é a seguinte:

$$U = K_p \cdot e + K_i \int_0^T e dt + K_d \frac{de}{dt}$$

sendo U a variável de controlo (no caso presente é a abertura da comporta) e e o erro, que é definido como a diferença entre o valor medido da variável controlada e o respectivo valor de referência. Os ganhos de controlo K_p , K_i e K_d correspondem, respectivamente, à acção proporcional, integral e derivativa, e representam os parâmetros de calibração do modelo de controlo.

O canal objecto de estudo é o Canal Conductor Geral (CCG) do Aproveitamento Hidroagrícola de Macedo de Cavaleiros, localizado na parte NW de Portugal, em Trás-os-Montes. No estudo, considera-se o CCG equipado com controlo por jusante à distância, em que a variável controlada é a profundidade mais a jusante do trecho de canal e o órgão de controlo é a comporta de admissão ao trecho (Figura 1).

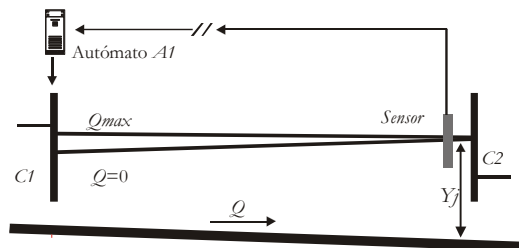


Figura 1. Controlo por jusante à distância (RIJO e ARRANJA, 2003).

Este modo de controlo adapta-se bastante bem à modernização dos canais tradicionais com controlo local por montante, uma vez que a variável controlada permanece a mesma e, em consequência, a hidrodinâmica do trecho não é perturbada (RIJO, 1997 b). Comparam-se dois métodos de calibração dos controladores: o iterativo e um processo de optimização baseado no algoritmo do Simplex, demonstrando-se que este último permite a obtenção da melhor calibração global dos

controladores, minimizando os desvios sem provocar movimentos bruscos nas comportas. O método iterativo é moroso e permite calibrar individualmente cada controlador, mas vários controladores locais ótimos interligados não garantem um ótimo global para o sistema, como se demonstra no artigo.

Obtidos os ganhos do controlo, o controlo por jusante à distância responde adequadamente a variações intensas e bruscas de caudal nas tomadas, como se demonstra, sem perdas de água significativas.

Finalmente, apresentam-se, no artigo, as simulações para vários cenários de funcionamento do canal.

APLICAÇÃO DO CONTROLO NUMÉRICO *BIVAL* A UM CANAL EXPERIMENTAL

Manuel RIJO

Eng.º Agrónomo, Prof. Assoc. c/ Agregação U. Évora, rjo@uevora.pt

Nelson CARRIÇO

Eng.º dos Recursos Hídricos, U. Évora

RESUMO ALARGADO

O controlo *monovariável* em canais de distribuição de água, em que o órgão de controlo (comporta) controla a profundidade do escoamento imediatamente a montante (controlo local por montante) ou a jusante (controlo local por jusante) é a técnica mais usual, sobretudo na primeira variante, uma vez que é fácil de calibrar e implementar.

Apresenta-se neste artigo um estudo sobre uma das várias alternativas de controlo digital existentes em canais de distribuição de água, o controlo *BIVAL*, que aparece como uma solução intermédia das duas variantes assinaladas e que tem a grande vantagem de permitir a maior flexibilidade na distribuição de água, reduzindo, relativamente ao controlo local por jusante, os regimes transitórios decorrentes da variação dos caudais e, conseqüentemente, a instabilidade hidráulica e ainda a reserva a considerar em cada trecho de canal. Tal é possível porque a variável controlada é a profundidade a meio do trecho, permanecendo o volume de água aí acumulado praticamente constante.

Os modelos hidráulicos de regime variável são ferramentas indispensáveis na modernização dos sistemas de distribuição de água em canal, pois permitem a definição e análise das respostas dos sistemas de controlo a estudar. Esta foi a via adoptada para a calibração e validação do modelo de controlo *BIVAL* desenvolvido para um canal experimental.

O canal em estudo é o Canal Experimental Automático do Núcleo de Hidráulica e Controlo de Canais (NuHCC) do Departamento de Engenharia Rural da Universidade de Évora.. Em RIJO (2005) e na página WWW da instalação experimental (<http://canais.nuhcc.uevora.pt>) podem ver-se descrições pormenorizadas da instalação e dos respectivos equipamentos, incluindo do canal experimental. Este é um canal revestido a betão, possuindo uma secção transversal genérica trapezoidal, com 0,15 m de largura de rasto, um declive das espaldas de 1:0,15 (V:H) e uma altura média de 0,90 m. O caudal de projecto é de 0,090 m³/s. Possui um comprimento total de 145,5 m e um declive longitudinal médio de 1,5×10⁻³ m/m. Possui quatro comportas planas verticais e quatro tomadas de água, munidas com actuadores eléctricos ligados a autómatos locais. Estes estão em rede com um autómato central.

O objectivo principal do trabalho consistiu na obtenção dos parâmetros de calibração K_p e K_i , de controladores do tipo PI necessários à aplicação do controlo *BIVAL* ao canal experimental. O modelo de simulação usado foi um modelo hidráulico SIC que permitiu testar a qualidade desses parâmetros, obtidos através de um processo de optimização, para alguns cenários de funcionamento do canal.

Pode concluir-se que o controlo *BIVAL* apresenta resultados globais muito bons. Este tipo de controlo tem as suas vantagens, uma vez que possui um coeficiente de ponderação, α , que permite situar a variável controlada em qualquer secção De cada trecho de canal, com óptimos resultados e, nos casos extremos, ou seja, quando $\alpha=1$ e $\alpha=0$, obtém-se os controlos por jusante à distância e o local por jusante, respectivamente, sendo por isso o controlo que permite maior flexibilidade de distribuição.

Quanto ao método de calibração dos controladores PI, é possível concluir que utilizando o método de optimização obtém-se uma boa calibração global dos controladores, minimizando os erros sem provocar movimentos bruscos nas comportas. Nas simulações realizadas, as comportas

apresentaram um funcionamento relativamente estável na sua adaptação aos novos caudais em circulação. O único problema do método de calibração usado é o de requerer bastante memória e um processador do computador bastante rápido, porque, caso contrário, este poderá levar dias a determinar os parâmetros de calibração (cada optimização requer cerca de um dia no computador).

DEFINIÇÃO E MODELAÇÃO HIDRÁULICA DO CONTROLO POR JUSANTE À DISTÂNCIA NUMA REDE DE CANAIS COM RESERVATÓRIOS ASSOCIADOS

Manuel RIJO

Eng.º Agrónomo, Prof. Assoc. c/ Agregação U. Évora, rjo@uevora.pt

Patrícia OLIVEIRA

Finalista de Eng. dos Recursos Hídricos, U. Évora, patric_o@hotmail.com

RESUMO ALARGADO

Para garantir o uso eficiente da água, a diminuição do investimento global, a diminuição dos custos de exploração e a diminuição do custo da água útil é necessário utilizar sistemas de controlo. O controlo ou regulação permite aos canais de rega ter uma capacidade de resposta elevada com as menores perdas possíveis.

Na lógica de controlo, em malha aberta, as acções de controlo ou as manobras a executar são definidas tendo em conta a dinâmica do sistema hidráulico, as necessidades previstas e o regime hidráulico de referência ou os valores de referência das variáveis controladas (Malaterre, 1994; Liu, 1995; Paulo *et al.*, 1997). No entanto os erros ou desvios do regime de referência, nomeadamente devido à diferença das necessidades previstas e as necessidades reais, não são consideradas para a correcção das acções de controlo do estado do sistema. O controlo em malha aberta é geralmente insuficiente para obter uma boa eficiência (Rijo, 1997a). Enquanto que na lógica de controlo em malha fechada, as acções de controlo são calculadas a partir dos desvios entre o valor das variáveis controladas e os respectivos valores de referência (Malaterre, 1994; Liu, 1995; Paulo *et al.*, 1997). O controlo em malha fechada permite, em cada instante corrigir o estado real do escoamento em função dos desvios observados relativamente ao estado de referência especificado. A resposta deste controlo terá um atraso igual ao atraso do sistema, a menos que se criem volumes de reserva intermédios para atender com rapidez aos pedidos de caudal. (Rijo, 1997 a).

As duas lógicas de controlo mais frequentes em canais, ambas em malha fechada para as profundidades são o controlo por montante e o controlo por jusante. Na análise do funcionamento de cada trecho de canal, está demonstrado que o controlo por montante é eficiente quando associado a métodos rígidos de distribuição de água, nomeadamente o de rotação; o controlo por jusante (à distância), em que a variável controlada é a profundidade de jusante do trecho de canal, permite alguma flexibilidade na distribuição de água, mas as variações dos caudais nas tomadas não podem ser nem muito intensas nem muito bruscas, melhorando a sua eficiência com o pré-conhecimento dessas variações, daí que seja aconselhável aos métodos de distribuição definidos por acordo prévio; as maiores flexibilidades nas distribuições são possíveis de modo eficiente com recurso à lógica de controlo por jusante (local), em que a variável controlada é a profundidade de montante do trecho de canal, sendo esta lógica de controlo particularmente indicada para as distribuições a pedido. (Rijo, 1997 b).

O controlo por jusante à distância apesar da variação da superfície livre no trecho evoluir de modo idêntico à do controlo por montante, este inconveniente pode ser ultrapassado com a construção de reservatórios intercalares de regulação que operaram com os caudais em excesso no canal, de modo a garantir a satisfação dos caudais pedidos (Rijo, 1997 a). As principais vantagens deste tipo de controlo são: o facto da recolha da informação ao ser realizada em secções afastadas do órgão de controlo permite alguma antecipação na manobra e a conseqüente diminuição do tempo de resposta do sistema e o facto de não necessitar de bermas horizontais, ao contrário do controlo jusante local, o que se traduz num menor volume de obras a realizar.

Neste trabalho é usado o modelo hidráulico de regime variável SIC (*Simulation of Irrigation Canals*) como simulador da dinâmica do sistema de canais e para a calibração dos controladores do tipo *PI*, através processo de optimização baseado no algoritmo do Simplex. O canal estudado é o Canal Conductor Geral (CCG) da Infra-Estrutura 12, do Alqueva, que apresenta três reservatórios intercalados entre o sistema e os blocos de rega servidos. No estudo, considera-se o CCG equipado com controlo por jusante à distância, em que a variável controlada é a profundidade ou nível de água mais a jusante das derivações de canal, ou seja nos reservatórios, e que o órgão de controlo é a comporta de admissão à respectiva derivação (Figura 1).

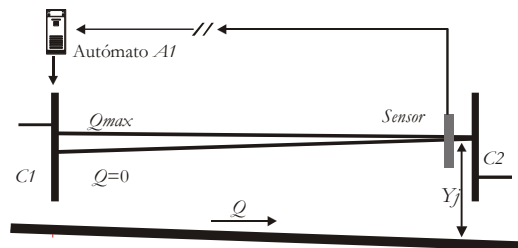


Figura 1 – Controlo por jusante à distância (RIJO e ARRANJA, 2003).

Este modo de controlo adapta-se bastante bem à modernização dos canais tradicionais com controlo local por montante, uma vez que a variável controlada permanece a mesma e, em consequência, a hidrodinâmica do trecho não é perturbada (RIJO, 1997 b).

Obtidos os ganhos, o controlo por jusante à distância responde adequadamente a variações intensas e bruscas de caudal nas tomadas, sem perdas de água significativas e permitindo a variação do nível de água nas albufeiras associadas.

As simulações hidráulicas realizadas mostraram que os níveis de projecto nas albufeiras são muito altos, o que faz com que as comportas não consigam controlar correctamente esses níveis (estão constantemente abertas), tendo-se, por isso, definido novos níveis de referência. Para estes novos valores, obtiveram-se boas calibrações dos controladores *PI* usados na simulação do controlo por jusante à distância, minimizando os erros sem provocar movimentos bruscos nas comportas ou gerar instabilidades hidráulicas.

Depois de bem calibrado, o controlo por jusante à distância respondeu adequadamente a variações intensas e bruscas de caudal nas tomadas, permitindo a variação dos níveis de água nas albufeiras associadas, por forma a utilizar o volume armazenado nas mesmas para responder às variações de caudal, reduzindo-se, por isso, os caudais na Admissão do CCG. Demonstra-se, assim, que é possível tirar partido da capacidade de armazenamento das albufeiras, considerando dois níveis de referência para os controladores automáticos: um nível alto, a obter quando se começam a fechar as tomadas (final do dia), e um nível baixo, para quando se começam a abrir as tomadas (começo do dia).

Esta possibilidade tem um interesse particular para o canal em estudo uma vez que ele constitui uma derivação de um outro que é controlado por montante. Neste tipo de controlo, a gestão hidráulica será tanto mais eficiente quanto menos variações de caudal houver em cada uma das derivações.

ESTIMAÇÃO DE SÉRIES DE CAUDAIS MÉDIOS DIÁRIOS NA AUSÊNCIA DE INFORMAÇÃO HIDROMÉTRICA

PORTELA, M. M.,

Professora Auxiliar, IST. DECivil, Lisboa, +351.218148141, mps@civil.ist.utl.pt

QUINTELA, A. C.,

Professor Catedrático Jubilado, IST. DECivil, Lisboa, +351.218148147, acq@civil.ist.utl.pt

RESUMO

Em trabalhos antecedentes, os autores demonstraram que o escoamento anual médio expresso em altura de água sobre a bacia hidrográfica constitui uma medida da variabilidade temporal do escoamento nos rios portugueses e, como tal, representa um parâmetro fundamental a considerar em estudos de regionalização de informação hidrométrica. Tal demonstração incidiu essencialmente sobre o escoamento às escalas anual e mensal, tendo o escoamento à escala diária sido então apreciado apenas em termos de curvas de duração média anual do caudal médio diário. Para o efeito, os caudais médios diários em secções da rede hidrográfica portuguesa foram expressos em termos adimensionais, mediante divisão pelos respectivos módulos.

No presente artigo, retoma-se o tema de regionalização de informação hidrométrica fundamentando-o num número significativamente maior de resultados referentes a escoamentos mensais, mas, especialmente, desenvolvendo-o no que respeita a escoamentos médios diários.

Procede-se, assim, a uma análise mais abrangente que confirma a dependência entre características das séries de caudais médios diários e a altura do escoamento anual médio, expõem-se os procedimentos adoptados para obter séries daqueles caudais na ausência de informação hidrométrica e incluem-se exemplos de aplicação que se julgam evidenciar o bom desempenho dos procedimentos propostos.

PALAVRAS-CHAVE: altura do escoamento anual médio, variabilidade temporal de séries de escoamento, regionalização de informação hidrométrica, caudais médios diários.

CARACTERÍSTICAS DA ONDA ESTACIONÁRIA OBLÍQUA DO ESCOAMENTO DESLIZANTE SOBRE TURBILHÕES EM DESCARREGADORES DE CHEIA EM DEGRAUS COM PAREDES CONVERGENTES

Margarida ANDRÉ

*Licenciada em Engenharia do Ambiente pelo Instituto Superior Técnico, Rua do Pinhal nº34-A 2080-110 Almeirim
Tel: +351.916331578, E-mail: guida_andre@hotmail.com*

Jorge MATOS

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

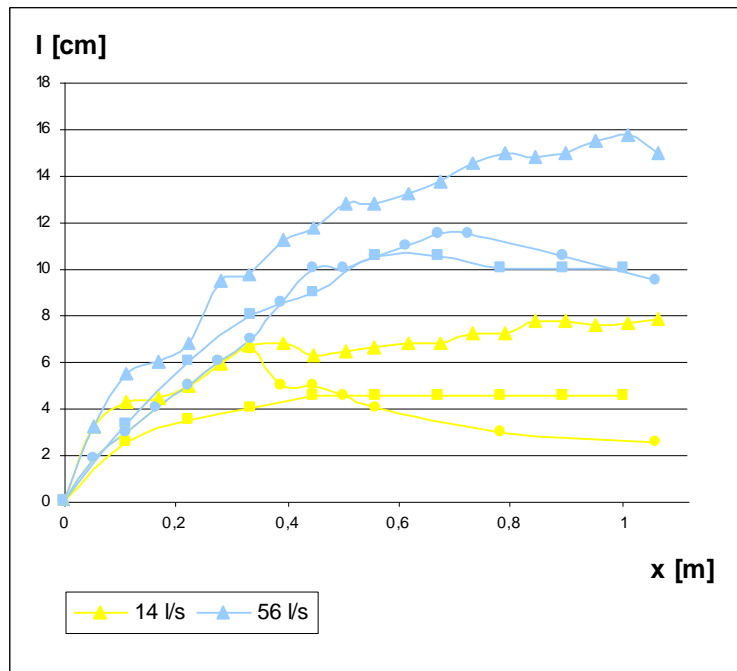
RESUMO ALARGADO

Nas últimas duas décadas tem-se assistido a acentuado interesse na construção de descarregadores de cheias de barragens em degraus, o que se deve em grande parte à utilização da técnica do betão compactado por cilindros. A aplicação desta técnica a descarregadores de cheias de barragens apresenta a vantagem de permitir, do ponto de vista construtivo, maior facilidade e rapidez de construção, e do ponto de vista hidráulico, a redução significativa da velocidade do escoamento possibilitando a diminuição ou mesmo a eliminação da estrutura de dissipação de energia a jusante.

Uma variante na concepção de descarregadores de cheias em degraus que se afigura particularmente interessante, nomeadamente pela perspectiva de redução de custos, é a de descarregadores com paredes convergentes. Este tipo de solução apresenta também as vantagens de possibilitar a obtenção de maiores larguras de crista (no caso de descarregadores construídos sob o corpo da barragem) para idênticos caudais de dimensionamento, e fazer face a limitações decorrentes da reduzida largura da secção transversal do curso de água a jusante da barragem.

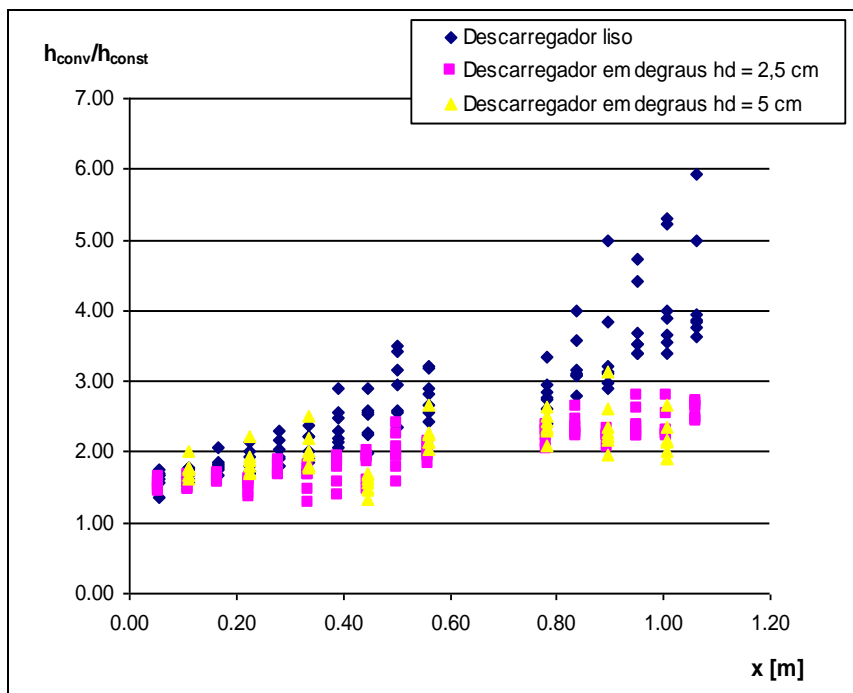
A partir de ensaios experimentais levados a cabo numa instalação dotada de um descarregador em degraus, construída no laboratório de Hidráulica e Recursos Hídricos do Instituto Superior Técnico, procedeu-se ao estudo do escoamento deslizante sobre turbilhões em descarregadores em degraus de largura constante e com paredes convergentes.

Na presente comunicação analisa-se a influência da macrorugosidade da soleira no desenvolvimento da onda estacionária oblíqua junto da parede convergente. Os resultados experimentais evidenciam uma diminuição significativa da largura da onda estacionária oblíqua em descarregadores com degraus, comparativamente a descarregadores com paramento liso (Figura 1). Por outro lado, permitem concluir que a sobrelevação da veia líquida junto da parede convergente é mitigada pela presença de degraus na soleira descarregadora (Figura 2).



l – largura do descarregador; x – distância ao longo da soleira descarregadora.

Figura 1 – Comparação da evolução da largura da onda estacionária oblíqua, ao longo do descarregador, para o caudal máximo e mínimo (Δ - descarregador liso; O - descarregador com degraus de 2,5 cm de altura; \square - descarregador com degraus de 5,0 cm de altura).



h_{conv} – altura do escoamento junto da parede convergente; h_{const} – altura do escoamento no descarregador de largura constante, junto da parede esquerda no sentido do escoamento; x – distância ao longo da soleira descarregadora.

Figura 2 – Relação entre a altura do escoamento no descarregador convergente, junto da parede convergente, e a altura do escoamento no correspondente descarregador de largura constante, em idêntica secção de medição.

AValiação EXPERIMENTAL DA POSIÇÃO DE INÍCIO DA AERAÇÃO EM VETEDOURO EM DEGRAUS DE DECLIVIDADE 1V:1H

Mauricio DAI PRÁ; Daniela Guzzon SANAGIOTTO; Jaime Federici GOMES;
Rafael André WIEST; Marcelo Giulian MARQUES

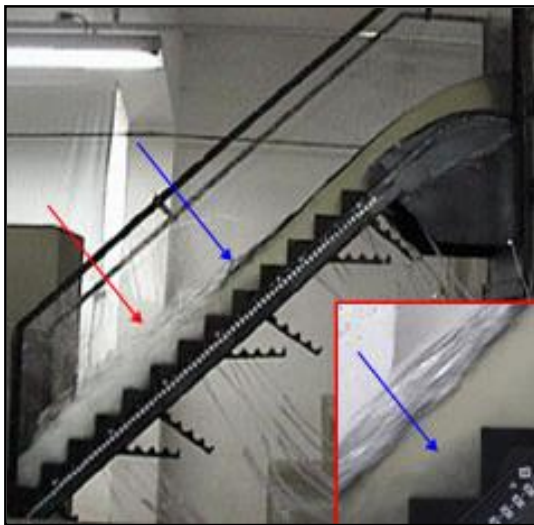
Instituto de Pesquisas Hidráulicas / UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 9500 CEP 91501-970 Porto Alegre/RS, Brasil. Tel: +(55)0XX51 3316-6405
mdaipra@yahoo.com.br, danielas@ppgiph.ufrgs.br, jaimefg@bol.com.br, rafawiest@gmx.net, mmarques@iph.ufrgs.br

Os vertedouros em degraus são estruturas hidráulicas caracterizadas pela significativa resistência imposta ao escoamento e pela dissipação de energia associada à presença de macro-rugosidades propiciada pelos degraus. A redução no tamanho das estruturas de dissipação a jusante de vertedouros com calhas escalonadas é a consequência principal e imediata, justificando a necessidade da correta caracterização dos escoamentos sobre este tipo de estrutura.

A incorporação de ar no fluxo ao longo da calha em degraus, juntamente com a resistência imposta ao escoamento, são os principais responsáveis pelo aumento da dissipação de energia. Desta forma, o engenheiro hidráulico tem como objetivo buscar uma combinação entre as características físicas da estrutura (altura dos degraus e declividade da calha) de forma a obter escoamentos que se tornem aerados ao longo de toda a calha vertente.

Nos vertedouros em degraus, a região em que o processo de aeração inicia é caracterizada pela alta turbulência da camada limite que, neste ponto, atinge a superfície do escoamento. O comprimento de início de aeração (L_A) é definido como aquela distância ao longo do perfil da calha a partir do início da ogiva do vertedouro – onde a camada limite começa a se desenvolver – até o ponto onde sua espessura atinge a superfície livre do escoamento.

A determinação da posição média de início de aeração a partir de medições experimentais em modelo físico de um vertedouro em degraus com declividade de 45° é abordada neste artigo. Ela foi



verificada através de visualização do escoamento a partir das laterais – em acrílico – do modelo. Foram obtidos valores a partir de calhas com 40 cm de largura com degraus de 3, 6 e 9 cm de altura, submetidos a vazões específicas entre 0,025 e 0,700 m³/s/m. A escala de transposição máxima sugerida neste trabalho é de 1:10, correspondendo a um vertedouro com altura total de 25 m.

Na Figura ao lado estão ilustradas as posições de início de aeração intermitente, indicada pela seta azul, e firme, indicada pela seta vermelha. Cabe salientar que a foto apresentada é apenas alusiva ao processo. A instabilidade do fenômeno impede que seja feita uma avaliação a partir de uma situação estática representada por uma imagem isolada.

Assumiu-se então, duas posições distintas de início de aeração:

A primeira, mais a montante, chamada de posição de início de aeração intermitente, trata-se do degrau onde, na média, puderam ser visualizadas as primeiras bolhas de ar.

A segunda, mais a jusante, chamada de posição de início de aeração firme, trata-se igualmente de um valor médio, referente ao degrau onde se verificou a aeração plena do fluxo.

Propôs-se, então, a adimensionalização da energia a montante do vertedouro (E_A), responsável pelo início da aeração do fluxo pela altura de rugosidade (k). Nesta análise utilizaram-se os dados experimentais do presente trabalho, juntamente com aqueles obtidos por Sorensen (1985),

Tozzi (1992), Bindo *et al.* (1993), Povh (2000) e Sanagiotto (2003), que contemplam declividades entre 51,3° e 53,1°.

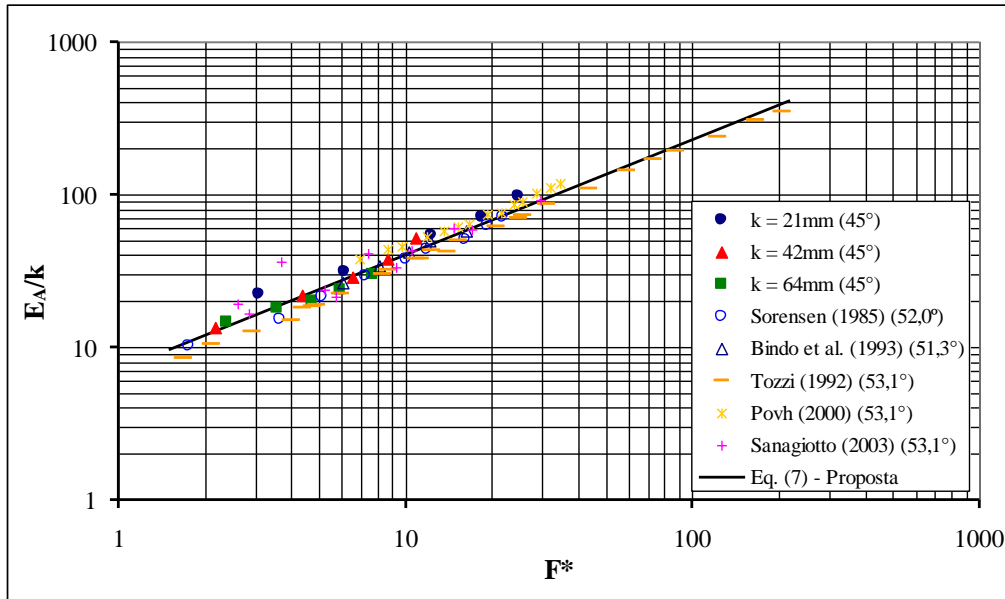


Figura 10 – Comparação entre os dados experimentais a partir da consideração da energia (E_A).

A partir disso, estabeleceu-se a Eq. (7) para determinar a posição média de início de aeração do escoamento, considerando as posições de início de aeração firme deste estudo, bem como dados obtidos na bibliografia sobre estudos experimentais com calhas de declividades entre 51,3° e 53,1°. Sua aplicação fica restrita a calhas com declividades entre 45° e 53,1°.

$$\frac{E_A}{k} = 7,0(F^*)^{0,755} \quad (7)$$

sendo:

E_A - energia a montante do vertedouro ($E_A = L' + 1,5 h_c$);

k - altura de rugosidade ($k = H \cos \alpha$);

F^* - número de Froude definido em termos da altura de rugosidade ($F^* = q / (g k^3 \sin \alpha)^{1/2}$).

onde L' é a diferença de cotas entre a crista do vertedouro e o degrau onde ocorreu o início da aeração; h_c é a altura crítica do escoamento; H é a altura do degrau; α é a declividade da calha; q é a vazão específica e g é a aceleração da gravidade.

Pelas investigações experimentais verificou-se que para calhas com degraus de maior altura, as posições de início de aeração, tanto intermitente, quanto firme, deslocam-se mais a montante para vazões idênticas. O aumento da altura dos degraus, proporcionando maior rugosidade e por consequência resistência ao fluxo, faz com que a espessura da camada limite atinja mais rapidamente a superfície livre da água, antecipando o processo de aeração.

O trabalho foi desenvolvido no Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e teve como motivação o projeto de Pesquisa e Desenvolvimento P&D “Características de Escoamentos sobre Vertedouros em Degraus” que o IPH/UFRGS mantém em parceria com Furnas Centrais Elétricas S. A..

AVALIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO MÉDIA DO EVENTO PARA CARGAS DIFUSAS URBANAS NA CIDADE DE SÃO PAULO

Monica F. do Amaral PORTO

Professora Associada, EPUSP, Av. Prof. Almeida Prado, 271, São Paulo, 05508-900, Brasil, +55 11 3091 5549, mporto@usp.br

Jaqueline P. de Oliveira HAUPT

Aluna de Engenharia Civil, EPUSP, Av. Prof. Almeida Prado, 271, São Paulo, 05508-900, Brasil, +55 11 3091 5549, jaqueline.haupt@usp.br

Letícia Santos MASINI

Engenheira Civil, EPUSP, Av. Prof. Almeida Prado, 271, São Paulo, 05508-900, Brasil, +55 11 3091 5549, lemasini@uol.com.br[@usp.br](mailto:lemasini@usp.br)

Mário Thadeu Leme de BARROS

Professor Associado, EPUSP, Av. Prof. Almeida Prado, 271, São Paulo, 05508-900, Brasil, +55 11 3091 5549, mtbarros@usp.br

1 – INTRODUÇÃO

A poluição gerada pelo escoamento superficial é dita de origem difusa, uma vez que provém de atividades que depositam poluentes de forma esparsa sobre a área de contribuição da bacia hidrográfica. Nas cidades brasileiras a poluição orgânica é ainda muito predominante em nossos rios e, por esta razão, pouca importância tem sido dada às cargas difusas. São poucos os estudos existentes e, em menor número ainda, as tentativas de quantificação dessas cargas.

Este trabalho apresenta uma avaliação da produção de poluição difusa na bacia do rio Cabuçu de Baixo, no município de São Paulo, a qual apresenta uma boa parte de sua superfície já urbanizada. A carga difusa gerada pela chuva efetiva é analisada através do cálculo das concentrações médias de poluentes, medidas pelos polutogramas observados em uma série de eventos de chuva.

O rio Cabuçu de Baixo é um afluente da margem direita do rio Tietê e está situado na Zona Norte da cidade de São Paulo. A sua área de drenagem é de cerca de 42 km², com declividades variando entre 1,1% e 2,8%. A bacia foi dividida para este estudo em cinco sub-bacias: córrego Bananal, córrego Itaguaçu, córrego Guaraú, córrego do Bispo e rio Cabuçu de Baixo.

É importante ressaltar as diferenças que existem quanto às características de uso e ocupação do solo entre as sub-bacias da área de estudo. As sub-bacias do Bananal, Bispo e Guaraú estão em processo de urbanização, onde se encontra um grande número de favelas e ocupações irregulares. A sub-bacia do Itaguaçu é praticamente natural, onde prevalece a vegetação tropical. A sub-bacia do Cabuçu de Baixo, que compreende a área remanescente aos tributários mencionados, está totalmente urbanizada com uma ocupação extremamente densa, característica das áreas de baixo padrão socioeconômico, onde a impermeabilização do solo é praticamente igual a 100%.

2 – RESULTADOS DO MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA E DA CONCENTRAÇÃO MÉDIA DO EVENTO

Foram coletadas amostras de tempo seco ao longo de um período de três anos. Estas medidas indicam forte poluição por esgotos domésticos lançados 'in natura' nos corpos hídricos.

O monitoramento de tempo úmido visou a observação dos polutogramas, isto é, a observação da variação da concentração dos poluentes com a passagem da onda de cheia. Estes resultados foram obtidos pela amostragem através das garrafas de espera colocadas nos postos Jardim Vista Alegre e Campos Lemos. As respectivas áreas de drenagem a que se referem esses dois postos apresentam classes de uso e ocupação diferentes. O posto Jardim Vista Alegre está localizado na sub-bacia do córrego Bananal, região em processo de urbanização, que tem como classe predominante de uso a

ocupação densa irregular. Já o posto Campos Lemos, está localizado na sub-bacia do rio Cabuçu de Baixo, região com urbanização já consolidada, onde predomina a ocupação densa regular. Esta classe é caracterizada por construções em alvenaria, pela predominância de vias asfaltadas e por elevados índices de impermeabilização da superfície do terreno.

A Figura 1 mostra os polutogramas para demanda bioquímica de oxigênio (DBO) nos dois postos, no dia 10 de março de 2004. Pode-se notar que os valores da DBO no posto Jardim Vista Alegre são menores que os do posto Campos Lemos, já que neste último a área impermeabilizada é maior, carreando maior quantidade de poluentes para o rio.

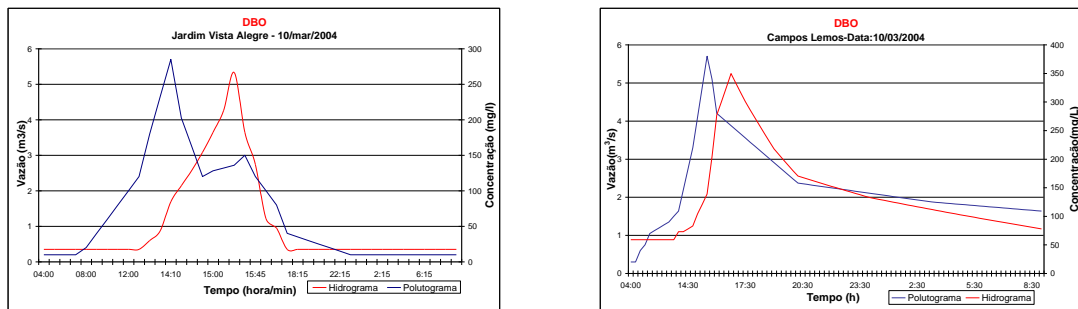


Figura 1– Polutograma dos postos Jardim Vista Alegre e Campos Lemos

Os polutogramas indicaram que uma mesma chuva, isto é, um mesmo total precipitado gera diferentes hidrogramas e polutogramas, com diferentes arrastes e diferentes graus de diluição dos poluentes.

A partir dos polutogramas observados, foi calculada a Concentração Média do Evento. Estes valores foram comparados com estudos realizados nos Estados Unidos. Vale ressaltar que o estudo da carga difusa de poluição em áreas urbanas nos Estados Unidos foi realizado em áreas com controle do lançamento de esgoto no corpo d'água. Por esta razão, quando se observam os valores de referência, percebe-se que os valores observados no Cabuçu de Baixo são típicos de carga pontual (esgoto) e muito mais altos que aqueles observados nos Estados Unidos. Verifica-se, entretanto, que para os sólidos em suspensão totais temos valores de mesma ordem de grandeza entre aqueles observados no posto Campos Lemos e os dados internacionais.

Há uma predominância de diluição face à presença forte de carga pontual (esgoto), quando se comparam valores da CME entre eventos distintos. Maiores precipitações tendem a levar a menores CME's. Entretanto para o parâmetro MSH, que é um parâmetro característico de carga difusa, observa-se que os valores no posto Campos Lemos são maiores do que na sub-bacia do Córrego do Bananal, confirmando a existência de poluição de origem difusa para este parâmetro. Sua origem está na uma maior circulação de carros na sub-bacia do rio Cabuçu de Baixo e, portanto, grande presença de óleos e gasolina sobre as superfícies impermeáveis. Mostra que, de fato, um grau de urbanização e impermeabilização maiores acarretam níveis de poluição dos corpos d'água também maiores.

QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA DO AQUÍFERO MISSÃO VELHA CARIRI – CE

Zulene A. Teixeira

Geóloga M.Sc., Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos - COGERH, Av. Aguanambi, 1770, Cep.: 60055-413, Bairro de Fátima - Fortaleza-Ceará – Brasil (55) (85) 3257 6538 – Ramal 320, zulene@cogerh.com.br

Renata M. Luna

Doutoranda em Eng.ª Civil – Recursos Hídricos, Universidade Federal do Ceará – UFC, Departamento de Eng. Hidráulica e Ambiental, Centro de Tecnologia -Campus do Pici - Bl. 713 – Cep.: 60451-970, Fortaleza- Ceará – Brasil, (55) (85) 3288 9623 , renataluna@secrel.com.br

Andréa P. Cysne

Eng.ª Civil, Bolsista da Universidade de Fortaleza - UNIFOR, Av. Washington Soares 1321, Bloco: J, Sala 25, Cep.: 60811-905 – Edson Queiroz, Fortaleza- Ceará – Brasil, (55) (85) 3477 3141, andrecysne1@yahoo.com.br

Napoleão QUESADO JR

Geólogo M.Sc., Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos - COGERH, Av. Aguanambi, 1770, Cep.: 60055-413, Bairro de Fátima, Fortaleza-Ceará – Brasil (55) (85) 3257 6538 – Ramal - 320, quesado@cogerh.com.br

RESUMO

O Ceará é um dos Estados da região Nordeste inserido no semi-árido, com uma precipitação pluviométrica anual inferior aos índices médios de 750mm, assentado sobre uma área constituída setenta e cinco por cento (75%) de rochas cristalinas impermeáveis, enfrentando assim, problemas com a escassez de água, agravados nos períodos de secas. Estes problemas, no entanto, podem ser atenuados se as reservas subterrâneas forem consideradas e tratadas racionalmente com técnicas adequadas. Sendo de suma importância o monitoramento quantitativo e qualitativo constantes para um melhor planejamento do seu uso.

Dos aquíferos existentes no Estado destaca-se o Missão Velha, localizado na porção central da Bacia Sedimentar do Cariri, situada na porção Sul do Estado do Ceará – Brasil. O Aquífero Missão Velha é constituído essencialmente por arenitos grosseiros e mal selecionados de coloração esbranquiçada/amarelado, aflora no vale do Cariri cobrindo uma área de 2.830km² e uma espessura média de 295m (DNPM – 1996), armazenando uma disponibilidade potencial de 112 milhões de metros cúbicos/ano de água de excelente qualidade, tornando-se assim o principal responsável pelo abastecimento de várias cidades, destacando-se Crato, Juazeiro do Norte, Barbalha e Missão Velha, sendo de vital importância para o desenvolvimento socioeconômico dessa região.

O desenvolvimento acelerado da região, a falta de conservação e proteção nas áreas de influência dos poços e a falta de informações sobre a vulnerabilidade do aquíferos tem aumentado a exploração e/ou contaminação dos aquíferos na região, sendo necessários estudos que identifiquem as condições atuais dessas águas.

O trabalho consiste no diagnóstico da qualidade de água subterrânea através do monitoramento de 55 poços tubulares e 2 fontes, utilizando a sonda YSI Parameter Modelo 6820 C-M que contém 6 sensores através dos quais foram medidos os seguintes parâmetros: cloretos (mg/L), oxigênio dissolvido (mg/L), potencial hidrogênico (pH), condutividade elétrica (μ S/cm), nitrato (mg N-NO₃-/L), amônio (mg N-NH₄+/L), todos determinados in situ.

A área trabalhada localiza-se na Bacia Sedimentar do Araripe, porção sul do Estado do Ceará - Brasil, distante aproximadamente 600 Km de Fortaleza, particularmente na região do Graben Crato – Juazeiro. Ocupa uma extensão em torno de 390 km², abrangendo os municípios de Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha (Figura 1).

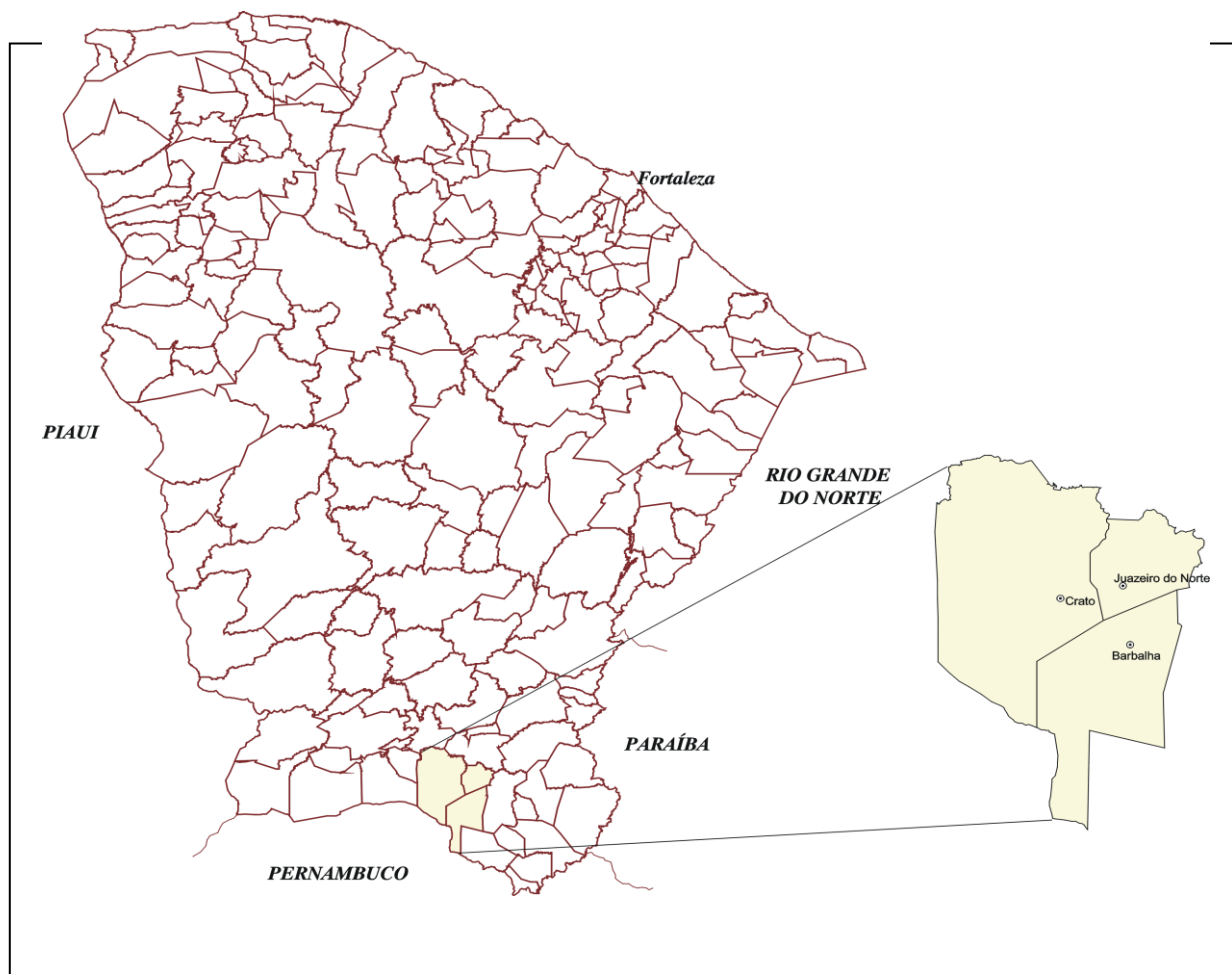


Figura 1 - Localização da área de estudo.

