



VIII Seminário Ibero-Americano

sobre Sistemas de Abastecimento e Drenagem

16 - 19 Julho
Lisboa - Portugal

Editores

Helena M. Ramos
Dídia I. C. Covas
Fábio V. Gonçalves
Alexandre K. Soares

APRESENTAÇÃO

Entre os dias 16 e 19 de Julho de 2008, vai-se realizar, no Instituto Superior Técnico (faculdade de engenharia da Universidade Técnica de Lisboa), o VIII Seminário Ibero-Americano – 8 SEREA, sobre “**Alterações Climáticas e Gestão da ÁGUA e ENERGIA em Sistemas de Abastecimento e Drenagem**”. O Seminário tem como principal objectivo fomentar acções de desenvolvimento tecnológico e científico para a modernização dos sistemas de abastecimento e drenagem. O 8º SEREA permitirá realizar valiosos intercâmbios de experiências técnico-científicas e de avanços na investigação, em vários domínios:

- Eficiência hidráulica e energética
- Controlo de perdas e sustentabilidade
- Reabilitação e renovação de sistemas hidráulicos
- Alterações climáticas, sua influência e adaptações
- Análise de risco e vulnerabilidades
- Controlo e segurança de infra-estruturas
- Modelação matemática como instrumento de apoio
- Gestão operacional e avaliação do desempenho
- Análises estratégicas
- Qualidade da água
- Automação e controlo

A preocupação em manter em qualidade e quantidade a oferta de **ÁGUA e de ENERGIA** em condições operacionais eficientes leva a que inúmeras políticas de investigação, educação e governação, sintam a necessidade de se questionarem na procura de soluções óptimas, sem que para isso o meio ambiente seja afectado.

Helena M. Ramos

Presidente do VIII SEREA (hr@civil.ist.utl.pt)

Comissão Organizadora

Prof. Helena Margarida Ramos

Prof. Dídía I. C. Covas

Prof. A. Betâmio de Almeida

Prof. Heber Pimentel Gomes

Prof. Rafael Pérez Garcia

Msc. Fábio V. Gonçalves

Dr. Alexandre K. Soares

Comité Científico

A. Betâmio de Almeida - IST (PT)

Alexandre K. Soares - IST (PT)

Amparo López Jiménez - UPV (ESP)

António Jorge Monteiro - IST (PT)

Benjamín Lara Ledesma (MEX)

Constantino Domínguez Sánchez (MEX)

Cristovão Vicente Scapulatempo Fernandes - UFPR (BR)

Didia Covas - IST (PT)

Edevar Luvizotto Junior - UNICAMP (BR)

Fco. Javier Martínez Solano - Universidad Politécnica de Valencia (ESP)

Gonzalo Lopez Patiño - Universidad Politécnica de Valencia (ESP)

Heber Pimentel Gomes - Universidade Federal da Paraíba (BR)

Helena Alegre - LNEC (PT)

Helena Margarida Ramos - IST (PT)

J. Alberto Rodríguez Castro (MEX)

Joaquín Izquierdo Sebastián - Universidad Politécnica de Valencia (ESP)

José Saldanha Matos - IST (PT)

Luisa Fernanda Ribeiro Reis - EESC/Universidade de São Paulo (BR)

Manuel Figueiredo - FEUP (PT)

Manuela Portela - IST (PT)

Maria da Conceição Cunha - FCT, UCoimbra (PT)

Maria Madalena Moreira - Universidade de Évora (PT)

Milton Tomoyuki Tsutiya - Universidade de São Paulo (BR)

Pedro L. Iglesias Rey - Universidad Politécnica de Valencia (ESP)

Peter Batista Cheung - Universidade Federal de Santa Catarina (BR)

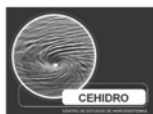
Rafael Pérez Garcia - Universidad Politécnica de Valencia (ESP)

Tarciso Cabral da Silva - Universidade Federal da Paraíba (BR)

Vicente S. Fuertes Miquel - Universidad Politécnica de Valencia (ESP)

Apoio Institucional

Promotores:



Patrocinadores



Apoios



Índice

T01 - Eficiência Hidráulica e Energética

ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS PARA O ACIONAMENTO DE INSTALAÇÕES DE BOMBEAMENTO <i>D.M.N. Oliveira, C. B. Martinez, M. Losada y Gonzalez, D. D. S. Alves</i>	1
AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO ENERGÉTICO EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA <i>P. Duarte, H. Alegre, D. I. C. Covas</i>	2
PREVISÃO DE CUSTOS DE ENERGIA EM RECALQUES OPERADOS COM INVERSORES DE FREQUÊNCIA USANDO O EPANET TOOLKIT <i>E. Luvizotto Jr., W. Rodrigues, P. Vatavuk , J.G.P. Andrade</i>	3
INCREMENTO DE LA EFICIENCIA FÍSICA Y COMERCIAL MEDIANTE LA SECTORIZACIÓN EN REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN ALGUNAS CIUDADES DE MÉXICO <i>Edgar Antúnez, Victor J. Bourguett, Velitchko Tzatchkov, Victor H. Alcocer, Petronilo E. Cortes, Carlos E. Mariano, Juan Maldonado, José M. Rodríguez, Ignacio A. Caldiño, Martha P. Hansen</i>	4
IMPLANTAÇÃO DE MINI CENTRAIS HIDRELÉTRICAS COMO ALTERNATIVA PARA A REDUÇÃO DO CUSTO DE ENERGIA EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTOS DE ÁGUA <i>Edna M.F. Viana, Carlos B.Martinez, Marco T. C. de Faria</i>	5
GERAÇÃO DE ENERGIA SUSTENTÁVEL EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – ANÁLISE ECONÓMICA E PROPOSTA DE OPTIMIZAÇÃO <i>Fábio V. Gonçalves, Helena M. Ramos</i>	6
SOLUÇÕES HÍBRIDAS SUSTENTÁVEIS NA OPTIMIZAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO – CASO DE ESTUDO <i>Filipe Vieira, Helena M. Ramos</i>	7
MINIMIZAÇÃO DO CUSTO DE FUGA E DE ENERGIA ATRAVÉS DO MODELO HÍBRIDO MULTIOBJETIVO <i>L. C. L. J. Ribeiro, E. Luvizotto Jr., J. G. P. Andrade</i>	8

OPERAÇÃO MULTI-OBJETIVO DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA: ALGORITMO GENÉTICO

Érica C. M. N. Machado, Cícero A. L. Cruz, Matheus G. Rêgo, Marcus W. A. Carvalho, Ivonaldo S. Lacerda, Carlos O. Galvão

9

SOLUÇÕES HÍBRIDAS BASEADAS EM FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEL APLICADAS A SISTEMAS ELEVATÓRIOS DE ABASTECIMENTO

João S. Ramos, Helena M. Ramos

10

A IMPLEMENTAÇÃO DA LEI DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA 10.295/2001: A SITUAÇÃO ATUAL DOS MOTORES ELÉTRICOS E DOS CONJUNTOS MOTOBOMBAS MONOBLOCOS TRIFÁSICOS

Marco Aurélio Ribeiro Gonçalves Moreira, Fernando Pinto Dias Perrone, George Alves Soares, Paulo de Tarso de Alexandria Cruz, Paulo da Silva Capella

11

LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E HIDRÁULICA EM SANEAMENTO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ – CONCEPÇÃO E PRÁTICA

Mariana Espíndola de Souza, Cristovão Vicente Scapulatempo Fernandes, Daniel Costa dos Santos, Sérgio Michelotto Braga, Andressa Gobbi, Karen Goslar, Leonardo Hoffmann, Aline Machado, Daniel Macedo Neto, Giuliana Nathalie Turra, Roberto Suse

12

EVALUACIÓN DEL COSTE DEL AGUA Y LA ENERGÍA PERDIDAS POR CAUSA DE LAS FUGAS EN TUBERÍAS

Xitlali V. Delgado G., Rafael Pérez G., J.Jesús Mora R., Carlos D. Alonso G.

13

O USO DE BOMBAS FUNCIONANDO COMO TURBINA PARA APOIO A SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NO NORTE DO BRASIL

R. P. Holder, C.B.Martinez, R.E. Lopes, M.T.C. Faria

14

T02 – Controlo de Perdas e Sustentabilidade**REFLEXOS NAS MELHORIAS DAS CONDIÇÕES DE CONSERVAÇÃO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA E ADUTORAS NA ECONOMIA DE ENERGIA ELÉTRICA**

C. G. Crespo, M. L. Jospheh

15

PESQUISA DE VAZAMENTO UTILIZANDO O GEOPHONE ELETRÔNICO NA UNIFEI

<i>Francisco César Dalmo, Ivo Gilberto D. D. da Costa, Augusto Nelson Carvalho Viana, James Lacerda Maia, Liliane Lazzari Albertin, Frederico Fábio Mauad</i>	16
CONTROLO DE PERDAS NOS SMAS DE OEIRAS E AMADORA: A CONSOLIDAÇÃO DE UMA ESTRATÉGIA <i>Eduardo M. Murinello, Diogo R. Sousa, Luíz S. Araújo</i>	17
MÉTODOS ESTADÍSTICOS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LA SENSIBILIDAD A LAS FUGAS DE UNA RED DE ABASTECIMIENTO <i>Manuel Herrera, Lizbeth Salas, Rafael Pérez, José L. Díaz</i>	18
ACCIONES DE INCREMENTO DE LA EFICIENCIA FÍSICA EN EL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE QUIROGA, MICHOACÁN, MÉXICO <i>Ignacio A. Caldiño Villagómez, Edgar Antúnez Leyva, Martha P. Hansen Rodríguez</i>	19
CRITERIOS PARA EVALUAR EL CONSUMO DOMICILIARIO NO MEDIDO <i>Juan Maldonado Silvestre, Alejandra Martín Domínguez, Ignacio Caldiño Villagómez</i>	20
IMPACTO DA EVOLUÇÃO DA PERDA DE CARGA NO CUSTO DO BOMBEAMENTO DE ÁGUA <i>K. G. O. Lopes, C. B. Martinez, M. M. L. P. Coelho</i>	21
COMPARACIÓN DEL DESEMPEÑO DE CIUDADES MEXICANAS EN EL MANEJO Y CONTROL DE AGUA NO RENTABLE (FUGAS) POR MEDIO DEL ILI (INFRASTRUCTURE LEAKAGE INDEX) <i>Carlos Eduardo Mariano-Romero, Víctor Javier Bourguett Ortíz</i>	22
IMPORTANCIA DEL CONTROL DE PRESIONES EN LA REDUCCION DE FUGAS, Y SU APLICACIÓN AL SECTOR REYNACO, CIUDAD DE MEXICO <i>Martín Rubén Jiménez Magaña, Oscar Arturo Fuentes Mariles, Katya Rodríguez Vázquez, Faustino De Luna Cruz, Juan Javier Carrillo Sosa</i>	23
MODELAGEM DE REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA COM O SUPORTE DE DADOS DE PRESSÃO, VAZÃO ABASTECIDA E CLORO RESIDUAL <i>F.A. Moraes, L.F.R. Reis</i>	24

IMPACTO Y SUSTENTABILIDAD DE LOS PROGRAMAS DE REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS DE AGUA*Petronilo Cortés, Víctor Bourguett*

25

T03 – Reabilitação e Renovação de Sistemas Hidráulicos**REABILITAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA CIDADE DE FUNDÃO - BRASIL***C. C. O. Bastos, H. P. Gomes, J. S. O. P. Silva*

26

FACTORES DE INFLUENCIA EN LA PROGRAMACION OPTIMA PARA LA RENOVACION DE TUBERIAS*Carlos D. Alonso Guzmán, Rafael Pérez García, Joaquin Izquierdo Sebastian, J. Jesús Mora Rodríguez*

27

PERSPECTIVA HISTÓRICA E EVOLUÇÃO DO SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS NA CIDADE DE LISBOA*José Saldanha Matos, Filipa Ferreira, António Monteiro, Rodrigo Oliveira, Natércia Matias, Rui Marques e Pedro Povia*

28

VIABILIDADE ECONÔMICA PARA O AUMENTO DA EFICIÊNCIA HIDROENERGÉTICA DO SISTEMA DE ADUÇÃO DE ÁGUA DE CAMPINA GRANDE, BRASIL*L. L. B. Montenegro, A. F. C. Neto, J. S. O. P. Silva, M. M. Salvino e W. P. S. Oliveira*

29

PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE REABILITAÇÃO DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA: O CASO DE ESTUDO DE VILA FRANCA DE XIRA*Maria Raquel N.L. Borda d'Água, Dídia I. C. Covas, Helena Alegre*

30

PROGRAMA DE REABILITAÇÃO DE REDES: A EXPERIÊNCIA DA UNIDADE DE NEGÓCIO CENTRO DA SABESP*Roberto Abranches*

31

TÉCNICAS DE REABILITAÇÃO DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – MODELO OPERACIONAL E APLICAÇÃO A CASOS DE ESTUDO*T.V. Grilo, D. I. C. Covas*

32

DRENAGEM URBANA DE ÁREAS ESPECIAIS: UMA PROPOSTA DE SOLUÇÃO DE USO MULTIFUNCIONAL PARA UMA BACIA FECHADA*Valéria Diniz dos Santos, Tarciso Cabral da Silva*

33

T04 – Alterações Climáticas sua Influência e Adaptações

INFLUÊNCIA DAS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS NA PRODUÇÃO DE ENERGIA: MICRO-HÍDRICAS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO <i>Helena M. Ramos, Maria Mello</i>	34
CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA DO RIO CLARO-MANANCIAL ABASTECEDOR DO LITORAL NORTE EM SÃO PAULO <i>Íria Vendrame, Wálter Manoel Mendes Filho, Nadiane Kruk e Mateus da Rocha Andrade</i>	35
DIMENSIONADO DE DEPÓSITOS EN SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES <i>G. López Patiño, F.J. Martínez Solano, V.S. Fuertes Miquel, X. V. Delgado Galván</i>	36
ADAPTAÇÃO DOS SISTEMAS URBANOS DE ÁGUA ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS <i>Maria Madalena Moreira, João Corte-Real</i>	37
IMPACTES DAS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS NA DISPONIBILIDADE DE ÁGUA PARA O ABASTECIMENTO PÚBLICO <i>Sandra Mourato, Maria Madalena Moreira</i>	38
QUANTIFICAÇÃO DE TENDÊNCIAS EM SÉRIES DE PRECIPITAÇÃO MENSAL E ANUAL EM PORTUGAL CONTINENTAL <i>J. Filipe Santo, M. Manuela Portela</i>	39
O MODELO AVSWAT PARA A DETERMINAÇÃO DE PERDA DE SOLO: APLICAÇÃO NAS BACIAS DA REGIÃO DE LUIS ANTONIO - SP <i>Victor Pioltine, Fernando das Graças Braga da Silva, Ricardo Tezini Minotti, Silvio Crestana, Francisco Antônio Dupas, Frederico Fábio Mauad</i>	40
OS SERVIÇOS DA ÁGUA E AS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS. IMPACTOS E MEDIDAS DE ADAPTAÇÃO <i>Rodrigo Proença de Oliveira</i>	41

T05 – Análise de Risco e Vulnerabilidade

RESÍDUOS E ÁGUAS EM UMA BACIA HIDROGRÁFICA URBANA. ESTUDO DE CASO: BACIA DE SÃO RAIMUNDO, MANAUS/AM - BRASIL <i>L. M. L. Marques, J. Berber, M. R. Carvalho</i>	42
DETERMINACIÓN DE ZONAS DE RIESGO POR INUNDACIONES Y AVENIDAS TORRENCIALES <i>M. Moreno, G. Hernández, J. Saldarriaga, L. Yamín</i>	43
RISCO HIDROLÓGICO-ECONÓMICO DA PRODUÇÃO DE ENERGIA EM PEQUENAS CENTRAIS HIDROELÉCTRICAS <i>M. Manuela Portela, Sónia André</i>	44
DIMENSIONAMENTO ROBUSTO DE SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA <i>M.C. Cunha, J. Sousa</i>	45
AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE BASEADA NA LÓGICA FUZZY PARA A GESTÃO OPERACIONAL DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA <i>V. Zidko, H. M. Ramos</i>	46

T06 – Controlo e Segurança de Infra-estruturas

MÉTODO PARA LOCALIZAR LOS POSIBLES PUNTOS DE ACUMULACIÓN DE GRANDES BOLSAS DE AIRE EN CONDUCTOS A PRESIÓN <i>Oscar Pozos Estrada, Alejandro Sánchez Huerta, Eduardo A. Rodal Canales, Yuri V. Fairuzov</i>	47
UTILIZACIÓN DE TÉCNICAS CFD PARA CARACTERIZACIÓN DE VENTOSAS DE ADMISIÓN Y EXPULSIÓN DE AIRE <i>Pedro L. Iglesias Rey, Vicente S. Fuertes Miquel, F. Javier Martínez Solano, Francisco J. García Mares</i>	48
MÉTODOS NO DESTRUCTIVOS PARA LA MEJORA DEL RENDIMIENTO DE UNA RED HIDRÁULICA: CASOS DE ESTUDIO CON EL GEORADAR <i>Mario Tavera, Rafael Pérez García, Idel Montalvo Arango, Petra Amparo López Jimenez</i>	49
ESTUDIO SOBRE LA MODELACIÓN DE DEFECTOS EN TUBERÍAS <i>J. Jesús Mora R., P. Amparo López J., Xitlali V. Delgado G., Carlos D. Alonso G.</i>	50

ANÁLISE DA PROTECÇÃO AOS EFEITOS DINÂMICOS NO SISTEMA ELEVATÓRIO DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS DE LISBOA: ZONA BAIXA DE ALCÂNTARA

Helena M. Ramos, Dídía Covas, A. Borga, A. Betâmio de Almeida 51

GOLPE DE ARIETE GENERADO CUANDO SE PRODUCE EL CIERRE BRUSCO DE LA VENTOSA Y SU INFLUENCIA EN EL CORRECTO DIMENSIONADO DE LA MISMA

Vicente S. Fuertes, Pedro L. Iglesias, Joaquín Izquierdo, Idel Montalvo 52

T07 – Modelação Matemática como Instrumento de Apoio ao Projecto**ANÁLISE HIDRÁULICA DE SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA UTILIZANDO O MOC-EPANET**

Alexandre K. Soares, Luisa F. R. Reis, Dídía I. C. Covas 53

MODELAGEM DE TRANSITÓRIOS HIDRÁULICOS EM SISTEMAS ADUTORES POR BOMBEAMENTO

Alexandre K. Soares, Nuno Melo, Fábio V. Gonçalves, Dídía I. C. Covas, Helena M. Ramos 54

MODELAGEM COMPUTACIONAL DE VENTOSAS COMO MECANISMO DE ALÍVIO DO TRANSIENTE HIDRÁULICO EM ADUTORAS DE RECALQUE UTILIZANDO O SOFTWARE UFC6

Fernando Peroba Júnior, Marco Aurélio Holanda de Castro, John Kenedy de Araújo 55

LA ALTERNATIVA DE LA PSO COMO TÉCNICA DE OPTIMIZACIÓN EN EL CAMPO DEL AGUA

Joaquín Izquierdo, Idel Montalvo, Rafael Pérez, Mario Tavera 56

LAS REDES MALLADAS DE ABASTO NO SON MÁS CARAS (1ª PARTE)

José Bienvenido Martínez Rodríguez 57

LAS REDES MALLADAS DE ABASTO NO SON MÁS CARAS (2ª PARTE)

José Bienvenido Martínez Rodríguez 58

LAS REDES MALLADAS DE ABASTO NO SON MÁS CARAS (3ª PARTE)

José Bienvenido Martínez Rodríguez 59

ANÁLISE COMPARATIVA DE CALIBRAÇÃO DE RUGOSIDADES ENTRE O MÉTODO ITERATIVO DO GRADIENTE HIDRÁULICO ALTERNATIVO (MIGHA) E O ALGORITMO GENÉTICO <i>Luis Henrique Magalhães Costa, Valder Adriano Gomes de Matos Rocha, Magno Gonçalves da Costa, Marco Aurélio Holanda de Castro</i>	60
UTILIZANDO UM MODELO DINÂMICO INERCIAL RÍGIDO PARA ANALISAR A DISPERSÃO DE UM COMPONENTE EM SISTEMAS HIDRÁULICOS <i>Luiz Fernando Resende dos Santos Anjo, Edevar Luvizotto Júnior, Lubienska Cristina Jaquiê Ribeiro</i>	61
AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE SIMPLIFICACIÓN DE MODELOS MEDIANTE LA ASOCIACIÓN EN SERIE DE CONDUCCIONES DE CARACTERÍSTICAS NO HOMOGÉNEAS <i>F.J. Martínez Solano, P.L. Iglesias Rey, G. López Patiño, V.S. Fuertes Miquel</i>	62
APLICACIÓN DE PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (PSO) MEJORADA AL DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA <i>Idel Montalvo, Joaquín Izquierdo, Carlos D. Alonso, Manuel Herrera</i>	63
MÉTODOS HEURÍSTICOS PARA ANÁLISIS DE CLUSTER EN UNA BASE DE DATOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA <i>Idel Montalvo, Manuel Herrera, Joaquín Izquierdo, José L. Díaz</i>	64
DIMENSIONAMENTO ECONÔMICO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUAS APLICANDO ALGORITMO GENÉTICO <i>Henrique Jorge Souza da Mota, John Kenedy de Araújo, Marco Aurélio Holanda de Castro</i>	65
MODELAÇÃO E ANÁLISE EXPERIMENTAL DE EFEITOS DINÂMICOS NÃO CONVENCIONAIS EM TRANSITÓRIOS HIDRÁULICOS <i>Nelson Carriço, Dídia I. C. Covas</i>	66
INFLUENCIA DEL TAMAÑO DEL PARÁMETRO DE POBLACIÓN EN EL DISEÑO DE REDES DE AGUA MEDIANTE ALGORITMOS GENÉTICOS <i>Daniel Mora Meliá, Pedro L. Iglesias Rey, Vicente S. Fuertes Miquel, Francisco J. Martinez Solano</i>	67
COMPARAÇÃO ENTRE MODELOS NUMÉRICOS PARA SIMULAÇÃO DO ENCHIMENTO DE ADUTORAS <i>José G. Vasconcelos, Felipe E. O. V. Sampaio</i>	68

FORMAS DE MODELAR EL SUMINISTRO INTERMITENTE DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

V. G. Tzatchkov, J. A. Cabrera B. 69

MODELAGEM HIDRÁULICA DE SISTEMAS ADUTORES PARA OPERAÇÃO EM TEMPO REAL

V. M. N. A. Borges, K. Zahed Filho, V. C. Souza, P. C. Santos, M. A. Detilio, L. A. Mello 70

T08 – Gestão Operacional e Avaliação do Desempenho**PROBLEMAS DE SUMINISTRO DE AGUA POTABLE EN LA CIUDAD DE ARTEAGA, MICHOACÁN, MÉXICO**

Benjamín Lara Ledesma, Mario Alberto Hernández Hernández, Ramiro Guzmán Rodríguez, Jesús Alberto Rodríguez Castro, Constantino Domínguez Sánchez, Sonia Tatiana Sánchez Quispe 71

ANÁLISE E OPTIMIZAÇÃO DE ESTRATÉGIAS DE GESTÃO E OPERAÇÃO DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Catarina M. Sousa, Dídia I. C. Covas, Helena M. Ramos 72

OPERAÇÃO MULTI-OBJETIVO DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA: REGRAS HEURÍSTICAS

Ivonaldo S. Lacerda, Kennedy Flávio M. Lucena, Carlos O. Galvão, Érica C. M. N. Machado, Laudelino A. Pedrosa Filho 73

O IMPACTO DA INFESTAÇÃO DO MEXILHÃO DOURADO EM UMA INSTALAÇÃO DE BOMBEAMENTO

C. B. Martínez, M. F. Resende, C. G. Simeão 74

EXPRESIÓN EXPLÍCITA PARA LA CORRECCIÓN DE PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO DE UNA BOMBA CENTRÍFUGA CUANDO FUNCIONA CON FLUIDOS VISCOSOS

F.J. Martínez Solano, G. López Patiño, P.A. López Jiménez, D. Cutillas Carrillo 75

AVALIAÇÃO SAZONAL DO CONSUMO DE ÁGUA E ENERGIA EM UMA EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL

Monica Pertel, Josiane Guss, Natália Araújo Dias, Ricardo Franci Gonçalves 76

ANÁLISE OPERACIONAL DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO APLICADA À DETECÇÃO DE FUGAS

Nuno Melo, Helena M. Ramos 77

ADAPTACIÓN DEL MÉTODO RACIONAL Ó ESPAÑOL PARA EL CÁLCULO DEL CAUDAL MÁXIMO PROBABLE EN EDIFICACIONES <i>R.O. Ortiz Mosquera</i>	78
A INFLUÊNCIA DA INFESTAÇÃO DO MEXILHÃO DOURADO NA OPERAÇÃO DE BOMBAS ELEVATÓRIAS <i>M. F. Resende, C. B. Martinez, C. G. Simeão</i>	79
REFLEXÃO SOBRE A REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA – VAZAMENTO COMO MECANISMO HIDRÁULICO DE PROTEÇÃO <i>Roberto Suse, Mariana Espíndola de Souza, Cristovão Vicente Scapulatempo Fernandes, Daniel Costa dos Santos, Nanci Veriane Quintas Rossignieux</i>	80
ESTRUTURA DE GESTÃO E OPERAÇÃO DO SISTEMA NOVO SCOA <i>V. M. N. A. Borges, K. Zahed Filho, L. A. Mello, W. G. Silva, A. Tassoni, V. C. Souza, F. J. Quintella</i>	81
ANÁLISIS ESPECTRAL DEL CONSUMO DOMÉSTICO DE AGUA POTABLE <i>V. Alcocer-Yamanaka, V. Tzatchkov</i>	82
ANÁLISE SÓCIO-DEMOGRÁFICA PARA A CARACTERIZAÇÃO DE CONSUMOS DOMÉSTICOS EM SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA <i>Luis Castro Pinheiro, Dália Loureiro, Dídía Covas, Helena Alegre</i>	83

T09 – Análises Estratégicas

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA RENDA FAMILIAR NA EVOLUÇÃO DO CONSUMO RESIDENCIAL MENSAL HIDROMETRADO DE ÁGUA <i>D.M. Dias, C.B. Martinez, M. Libânio</i>	84
PROYECCIÓN HÍDRICO-ECONÓMICA DE LA CUENCA TRIBUTARIA ZAMORA HUAYCO COMO PARÁMETRO DE EFICIENCIA EN LA GESTIÓN INTEGRAL DEL RECURSO PARA ABASTECIMIENTO HUMANO <i>H. Benavides</i>	85
ESTRATÉGIAS PARA UNIVERSALIZAÇÃO DOS SERVIÇOS NO SETOR DE SANEAMENTO BÁSICO NO ESTADO DE SÃO PAULO <i>J. Batista da Silva Júnior, T. H. Ohira</i>	86
USO EFICIENTE DA ÁGUA NAS CIDADES: A REGULAMENTAÇÃO DO SANEAMENTO PARA SUSTENTABILIDADE HÍDRICA NO BRASIL	

METODOLOGIA DE OPTIMIZAÇÃO MULTI-OBJECTIVO COM RNA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA QUANDO INTEGRADA NA GESTÃO OPERACIONAL DE SAA

Fábio V. Gonçalves, Helena M. Ramos

88

T10 – Qualidade da Água

MODELACIÓN DEL IMPACTO DEL FENÓMENO DE LA INTRUSIÓN PATÓGENA SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA DE DISTRIBUCIÓN

P. A. López, J. J. Mora Rodríguez, F. J. Martínez Solano, G. López Patino

89

AVALIAÇÃO DA CARGA DE POLUIÇÃO DIFUSA NA DRENAGEM PLUVIAL URBANA DE BRASÍLIA/DF

N. A. Campana, J. A. Silva Jr.

90

ENQUADRAMENTO DOS CORPOS HÍDRICOS EM CLASSES SEGUNDO OS USOS PREPONDERANTES: ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RESERVATÓRIO DE BARRA BONITA - SP.

James. L. Maia, Frederico. F. Mauad, Francisco. C. Dalmo, Liliane. L. Albertin

91

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE MEMBRANA DE ULTRAFILTRAÇÃO PARA O TRATAMENTO DE ÁGUA POTÁVEL

J. C. Mierzwa, L. R. V. Veras, M. C. C. Silva

92

DETERMINAÇÃO DE PARÂMETRO DE DECAIMENTO DE CLORO RESIDUAL JUNTO ÀS PAREDES DE TUBULAÇÕES APLICADO A SETOR DE REDE REAL

Sérgio Ricardo Toledo Salgado, Luisa Fernanda Ribeiro Reis

93

T11 – Automação e Controle

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA PREVISÃO DE CHEIAS, VIA TELEFONIA

Artur José Soares Matos, Alexandre Augusto Barbosa, Frederico Fabio Mauad

94

ENSAIOS EM INSTALAÇÕES DE BOMBEAMENTO IN SITU ATRAVÉS DE UM LABORATÓRIO MÓVEL

Augusto Nelson Carvalho Viana, Mateus Ricardo

95

AUTOMAÇÃO E CONTROLE DO SISTEMA PILOTO DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DO LENHS UFPB

Heber P. Gomes, Saulo de T. M. Bezerra, Paulo S. O. Carvalho, Ronildo I. S. Alencar, Andre C. B. Gomes 96

LÓGICA FUZZY APLICADO AO CONTROLE DE PRESSÃO EM SISTEMAS DE BOMBEAMENTO

Saulo de T. M. Bezerra, Wil L. L. Camboim, Simplicio A. da Silva, Heber P. Gomes, Magno J. G. da Silva 97

ASPECTOS DO EMPREGO DE INVERSORES DE FREQUÊNCIA EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE AGUA

W. Rodrigues, E. Luvizotto Jr., J.G.P. Andrade, P. Vatavik 98

T01 - Eficiência Hidráulica e Energética**ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS PARA O AÇIONAMENTO DE INSTALAÇÕES DE BOMBEAMENTO**

D.M.N. Oliveira, C. B. Martinez, M. Losada y Gonzalez, D. D. S. Alves

Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Minas Gerais - Av. Antonio Carlos 6627 - Pampulha – Belo Horizonte – Minas Gerais - Código Postal: 31-270-901 - Brasil - Tel: +55 (31) 3409-4925 - Fax: +55 (31) 3409-4825 - e-mail: doriana@cpdee.ufmg.br.

..ver ..

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo comparativo entre alternativas energéticas para abastecimento de energia elétrica de instalações de bombeamento, aplicados a comunidades do interior do Brasil. Os sistemas contemplados compreendem um sistema solar fotovoltaico e dois sistemas baseados em “bombas funcionando como turbinas”, um deles com um motor de indução funcionando como gerador e o outro com um gerador síncrono. O artigo apresenta uma visão geral dos sistemas e as metodologias de dimensionamento. Uma avaliação econômica é realizada através de um estudo de caso. Por fim, os sistemas são comparados com a alternativa de suprimento através da rede elétrica convencional.

PALAVRAS-CHAVE: Energia Alternativa, Energia Solar Fotovoltaica, BFT, Bombeamento de Água.

ABSTRACT

This paper presents a comparative study between alternative energy for drive of facilities for pumping, applied to communities of the interior of Brazil. So contemplates a photovoltaic system and two systems based on "pumps as turbines", one of them with an induction motor as generator and the other with a synchronous generator. The paper presents an overview of the systems and the design methodologies. An economical evaluation is accomplished through a case study. Finally, the systems are compared with the supply alternative by the conventional electric grid.

KEYWORDS: Alternative Energy, Photovoltaic Solar Energy, PAT, Water Pumping Systems.

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO ENERGÉTICO EM SISTEMAS DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA**

P. Duarte¹, H. Alegre², D. I. C. Covas³

¹ Bolseira de Investigação - Núcleo de Engenharia Sanitária - Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) – Av. do Brasil, 101 – 1700-066 Lisboa, Portugal. E-mail: pduarte@lneec.pt

² Investigadora Principal - Chefe do Núcleo - Núcleo de Engenharia Sanitária - Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) – Av. do Brasil, 101 – 1700-066 Lisboa, Portugal. E-mail: halegre@lneec.pt

³ Professora Auxiliar, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa (UTL), Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa, Portugal. E-mail: didia.covas@civil.ist.utl.pt

RESUMO

Esta comunicação tem como objectivo o estabelecimento de critérios e de medidas de desempenho para a avaliação da eficácia de processos de gestão de energia em sistemas de abastecimento de água. Identificam-se os principais objectivos que geralmente motivam a implementação de medidas de gestão de energia em sistemas de abastecimento de água, estabelecem-se critérios de avaliação para cada objectivo e recomendam-se as respectivas medidas de desempenho a utilizar. São propostos e aplicados a casos de estudo três novos índices de avaliação da eficiência energética dos sistemas, analisando a informação neles contida, as suas vantagens e as suas limitações.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão de energia, uso eficiente de energia, sistemas de abastecimento de água, indicadores de desempenho, índices de desempenho

ABSTRACT

The current paper aims at the establishment of criteria and performance measures for the assessment of the effectiveness of energy management processes in water supply systems. The main objectives that generally motivate the implementation of energy management strategies are identified, assessment criteria for each objective and the corresponding performance indicators to be used are recommended. Three new performance indices for evaluating energy efficiency of systems are proposed and tested, and information provided and advantages and shortcomings of each indicator are discussed.

KEYWORDS: Energy management, efficient use of energy, water supply systems, performance indicators

**PREVISÃO DE CUSTOS DE ENERGIA EM RECALQUES OPERADOS
COM INVERSORES DE FREQUÊNCIA USANDO O EPANET TOOLKIT**

E. Luvizotto Jr.¹, W. Rodrigues, , P. Vatavuk , J.G.P. Andrade

¹ FEC-UNICAMP- Av. Albert Einstein, 960 – Cidade Universitária Zeferino Vaz – Campinas - São Paulo - Brasil Fone/Fax: +55 19 3521 2354 email: edevar@fec.unicamp.br

RESUMO

Ênfase foi dada aos sistemas de abastecimento de água, onde o emprego dos inversores de frequência é bastante disseminado e, de onde podem ser extraídos enormes dividendos econômicos de uma operação otimizada. O EPANET reconhecidamente um dos programas de simulação hidráulica e de qualidade de água mais empregados pelas comunidades técnica e científica, na modelação de sistemas de abastecimento foi empregado. O programa permite o compartilhamento de suas funções através de uma biblioteca de rotinas, denominadas *toolkit*, com o que podem ser expandidas suas funcionalidades. Baseado nesta “caixa de ferramenta” foi desenvolvido o programa de auditoria energética, cujo emprego é elucidado através de um estudo de caso.

PALAVRAS-CHAVE: Inversores de frequência, instalações de recalque, economia de energia.

ABSTRACT

Emphasis was given to water distribution systems, where the use of variable speed drives is usual and where a high economic profit can be obtained. The EPANET, acclaimed by the scientific and technical communities as one of the most widespread hydraulic and water quality simulation programs for supply systems, was used. The program allows the use of its internal functions through a library named toolkit, which can be used to amplify its functionality. Based in this “toolbox” an energy audit program was developed, whose use is clarified through a case study.

KEYWORDS: variable speed drive, pump systems, optimal operation

INCREMENTO DE LA EFICIENCIA FÍSICA Y COMERCIAL MEDIANTE LA SECTORIZACIÓN EN REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN ALGUNAS CIUDADES DE MÉXICO

Edgar Antúnez¹, Victor J. Bourguett¹, Velitchko Tzatchkov¹, Victor H. Alcocer¹, Petronilo E. Cortes¹, Carlos E. Mariano¹, Juan Maldonado¹, José M. Rodríguez¹, Ignacio A. Caldino¹, Martha P. Hansen¹

¹ Subcoordinación de Hidráulica Urbana, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua - Paseo Cuauhnáhuac 8532, Col. Progreso, Jiutepec, Morelos, México. C. P. 62550 - eauntunez@tlaloc.imta.mx, vbourgue@tlaloc.imta.mx, velitchk@tlaloc.imta.mx, valcocer@tlaloc.imta.mx, pcortes@tlaloc.imta.mx, cmariano@tlaloc.imta.mx, jmaldon@tlaloc.imta.mx, manuel_rodriguez@tlaloc.imta.mx, icaldino@tlaloc.imta.mx, phansen@tlaloc.imta.mx

RESUMEN

En este trabajo se presentan los resultados del proceso de sectorización que se han obtenido en varias ciudades del país poniendo de manifiesto el éxito en la recuperación de volúmenes importantes que se perdían por fugas en las redes de distribución, haciendo uso racional del recurso y evitando así la explotación del mismo. Se mencionan algunas ciudades como Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, San Luis Río Colorado, Sonora; Pátzcuaro y Quiroga, Michoacán, Toluca, Estado de México, entre otras. Donde se han incrementado las eficiencias física y comercial, mejorando sustancialmente el servicio a los usuarios.

Se describen las etapas de la metodología desarrollada y aplicada por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) por más de una década en la reducción integral de pérdidas de agua potable, coordinando y supervisando las acciones a los organismos operadores de agua potable encargados de brindar el servicio a la población.

PALABRAS-CLAVE: Sectorización, detección de fugas, eficiencia física, fuga de agua potable, México.

ABSTRACT

The present document describes the obtained result of process that consists of subdividing the network in smaller zones that have achieved in several cities of the country having shown the success in the recovery of important volumes that rational use of the resource and avoiding therefore the operation were lost by lake in the distribution networks, doing of the same one. Some cities like Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, San Luis Río Colorado, Sonora; Pátzcuaro and Quiroga, Michoacán; Toluca, State of Mexico, among others. Where the efficiencies have been increased physical and commercial, improving substantially the service to the users

The stages of the methodology developed and applied by Mexican Institute for Water Technology (IMTA) by more are described than one decade in the integral reduction of lost of drinking water, coordinating and supervising the actions to the operating organisms in charge to offer the service to the population.

KEYWORD Sectorización, lakes detection, physical efficiency, drinkable water lakes, México.

**IMPLANTAÇÃO DE MINI CENTRAIS HIDRELÉTRICAS COMO ALTERNATIVA
PARA A REDUÇÃO DO CUSTO DE ENERGIA EM SISTEMAS DE
ABASTECIMENTOS DE ÁGUA**

Edna M.F. Viana¹, Carlos B.Martinez, Marco T. C. de Faria

¹ Universidade Federal de Minas Gerais - Av. Antonio Carlos, 6627 - Pampulha – Belo horizonte – Minas Gerais - Código Postal: 30-140-082 - Brasil - Tel: +55 (31) 3409-4821 - Fax: +55 (31) 3409-4822 - e-mail: ednamfv@ufmg.br

RESUMO

O crescente aumento no consumo de energia elétrica no Brasil tem forçado as empresas de energia a avaliarem alternativas para que a demanda seja suprida. Dentre as alternativas existente pode-se citar a ampliação das unidades geradoras e as ações para o uso eficiente desse bem. As empresas de abastecimento de água e saneamento ocupam um lugar de destaque entre os grandes consumidores de energia elétrica. Nelas, considera-se que o custo de energia é o segundo maior custo da empresa. No ano de 2002 todas as empresas de saneamento do país gastaram R\$ 1,21 bilhão com energia elétrica. Esse consumo pode ser dividido em 88% com sistemas de água, 11% com sistemas de esgotos e 1% na área administrativa. O setor de saneamento tem buscado meios de minimizar os custos do serviço prestado através da redução de perdas e da utilização de sistemas mais eficientes. No entanto, em regiões mais isoladas uma boa alternativa a ser adotada é a construção de micro centrais hidrelétrica, com o intuito de atender sua própria demanda, quer seja parcial ou total. Além do atendimento da demanda também é possível vislumbrar a possibilidade de se vender parte da energia gerada que não esteja sendo necessária para o sistema. Esse trabalho apresenta um estudo de viabilidade desse tipo de empreendimento aplicado a um pequeno sistema de abastecimento de água.

PALAVRAS-CHAVE: Geração de energia, abastecimento de água.

ABSTRACT

The increasing consumption of electrical power in Brazil has made the power companies evaluate different alternatives of electricity generation to meet satisfactorily the market needs. Of all possible alternatives, it is noteworthy to cite the increase in the number of power stations and the several actions towards the efficiency rise of the electricity consumption. Water and sewage utility companies can be placed in the group of the largest consumers of electrical power in Brazil. In these utility companies, the expenses on power consumption represent the second largest item of their budgets. In 2002, Brazilian utility companies expended 1.21 billion of reais only to pay the bill related to the power consumption. 88% of this amount was consumed by the water supply systems, 11% by the sewage systems and 1% by the administrative costs. The utility companies dealing with water and sewage systems have searched for more effective means to reduce their service costs through measures to reduce losses and to make their systems more efficient from the energy standpoint. However, in the most remote regions, far from urban centers, a viable alternative has been the construction of micro hydroelectric power stations, capable of attending partially or totally the company needs. Furthermore, the installation of micro power stations may make possible a new source of income since the surplus power can be sold to the market. This work presents a viability study of this type of enterprise applied to a small system of water supply.

KEYWORDS: Energy generation, water supply.

GERAÇÃO DE ENERGIA SUSTENTÁVEL EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – ANÁLISE ECONÓMICA E PROPOSTA DE OPTIMIZAÇÃO

Fábio V. Gonçalves¹, Helena M. Ramos²

¹ Doutorando do DECivil – Instituto Superior Técnico – Av. Rovisco Pais, 1049-001 – LISBOA – Portugal – e-mail: fabio.vero@gmail.com

² Professora do DECivil – Instituto Superior Técnico – Av. Rovisco Pais, 1049-001 – LISBOA – Portugal – e-mail: helena.amos@civil.ist.utl.pt

RESUMO

Nas últimas décadas, um dos principais objectivos dos gestores de sistemas de abastecimento, tem sido a minimização das perdas de água, como resultado de pressões excessivas no sistema de abastecimento. A melhor solução para o controle de pressão é o uso de equipamento adequado que introduzem perdas de carga, mais conhecidos por válvulas redutoras de pressão (VRP) ou outros equipamentos de princípio hidromecânico semelhante. Tendo por base este princípio, o uso de turbinas ou de bombas a funcionar como turbinas (BFT) quando as potências são tão baixas que as turbinas deixariam de ser rentáveis, constitui um meio económico e não desprezável como sistema redutor de perdas d'água e produtor de energia limpa. O excesso de energia disponível em sistemas de abastecimento de água, nomeadamente sistemas de água potável e de irrigação, pode ser uma alternativa valiosa para produção de energia dentro de uma gerência sustentável com fontes renováveis de energia, com baixo custo e sem impactes significativos no meio ambiente. Esse estudo apresenta a identificação de potenciais secções do sistema de rede de distribuição de água com energia disponível para ser gerada assim como o desenvolvimento de uma análise de viabilidade associada à uma proposta de optimização baseando-se na análise económica do uso de BFT. Este estudo também pretende fornecer como resultado cumulativo a eficiência energética alcançada.

PALAVRAS-CHAVE: geração de energia sustentável, bombas a funcionar como turbina, optimização multi-objectiva, sistemas de abastecimento de água.

ABSTRACT

In these last decades, one of the main concerns of the water systems managers, of the entire water companies, has been the minimization of water losses, as a result of excessive pressure in water systems. The best solution for pressure control is the use of head losses devices, namely pressure reducing valves (VRP'S) or other hydromechanical equivalent equipment. With this in mind, the use of a pump as turbine (PAT) is an economical and important way to reduce water losses and to produce clean energy. The profit of excess available energy in water supply systems, namely water drinking and irrigation systems can be a valorous alternative for energy production within a sustainable management with renewable energy sources, with low cost and no significant environmental impacts. This study presents the identification of potential pipe sections with available energy in a water supply system, as well as the development of viability analysis associated to an optimization proposal based on economic analysis for the use of pumps as turbines. This study also intends to provide as a cumulative result the energy efficiency improved.

KEYWORDS: sustainable energy generation, pump as turbine, multi-objective optimization, water supply systems.

SOLUÇÕES HÍBRIDAS SUSTENTÁVEIS NA OPTIMIZAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO – CASO DE ESTUDO

Filipe Vieira¹, Helena M. Ramos²

¹ Mestre do DECivil, Instituto Superior Técnico - Av. Rovisco Pais, 1049-001- LISBOA - Portugal - e-mail: fvieira@gmail.com

² Professora do DECivil – Instituto Superior Técnico – Av. Rovisco Pais, 1049-001 – LISBOA – Portugal – e-mail: helena.amos@civil.ist.utl.pt

RESUMO

Nas últimas décadas, um dos principais objectivos dos gestores de sistemas de abastecimento, tem sido a minimização das perdas de água, como resultado de pressões excessivas no sistema de abastecimento. A melhor solução para o controle de pressão é o uso de equipamento adequado que introduzem perdas de carga, mais conhecidos por válvulas reductoras de pressão (VRP) ou outros equipamentos de princípio hidromecânico semelhante. Tendo por base este princípio, o uso de turbinas ou de bombas a funcionar como turbinas (BFT) quando as potências são tão baixas que as turbinas deixariam de ser rentáveis, constitui um meio económico e não desprezável como sistema reductor de perdas d'água e produtor de energia limpa. O excesso de energia disponível em sistemas de abastecimento de água, nomeadamente sistemas de água potável e de irrigação, pode ser uma alternativa valiosa para produção de energia dentro de uma gerência sustentável com fontes renováveis de energia, com baixo custo e sem impactes significativos no meio ambiente. Esse estudo apresenta a identificação de potenciais secções do sistema de rede de distribuição de água com energia disponível para ser gerada assim como o desenvolvimento de uma análise de viabilidade associada à uma proposta de optimização baseando-se na análise económica do uso de BFT. Este estudo também pretende fornecer como resultado cumulativo a eficiência energética alcançada.

PALAVRAS-CHAVE: geração de energia sustentável, bombas a funcionar como turbina, optimização multi-objectiva, sistemas de abastecimento de água.

ABSTRACT

In these last decades, one of the main concerns of the water systems managers, of the entire water companies, has been the minimization of water losses, as a result of excessive pressure in water systems. The best solution for pressure control is the use of head losses devices, namely pressure reducing valves (VRP'S) or other hydromechanical equivalent equipment. With this in mind, the use of a pump as turbine (PAT) is an economical and important way to reduce water losses and to produce clean energy. The profit of excess available energy in water supply systems, namely water drinking and irrigation systems can be a valorous alternative for energy production within a sustainable management with renewable energy sources, with low cost and no significant environmental impacts. This study presents the identification of potential pipe sections with available energy in a water supply system, as well as the development of viability analysis associated to an optimization proposal based on economic analysis for the use of pumps as turbines. This study also intends to provide as a cumulative result the energy efficiency improved.

KEYWORDS: sustainable energy generation, pump as turbine, multi-objective optimization, water supply systems.

MINIMIZAÇÃO DO CUSTO DE FUGA E DE ENERGIA ATRAVÉS DO MODELO HÍBRIDO MULTI OBJETIVO

L. C. L. J. Ribeiro¹, E. Luvizotto Jr., J. G. P. Andrade.

¹ CESET – Centro Superior de Educação Tecnológica – Av. Paschoal Marmo, n.1888 – Jd. Nova Itália – Limeira/SP – Brasil – CEP: 13.484-332 – Fax: +55 19 21133368 e-mail: lubi@ceset.unicamp.br

RESUMO

Os sistemas de abastecimento de água se tornam cada vez mais complexos e de difícil operacionalidade devido ao crescimento desordenado das cidades e à falta de financiamento para o setor. Uma das grandes preocupações nos últimos anos é reduzir os gastos com energia elétrica nas companhias de saneamento de todo o país. A grande parte dos custos operacionais destas empresas estão associados aos custos de bombeamento. Diante desta preocupação a presente pesquisa objetiva apresentar uma ferramenta computacional, que tem como finalidade obter a redução do consumo de energia elétrica nas estações de bombeamento que utilizam inversores de frequência e conseqüentemente reduzir possíveis perdas no sistema. O modelo é desenvolvido de forma a garantir condições operacionais estabelecidas a priori para o atendimento das necessidades de consumo, tais como flutuação dos níveis dos reservatórios, pressões extremas e outros buscando trazer benefícios hidráulicos. Além da busca do atendimento destes objetivos estarão sendo investigados o emprego do modelo de simulação hidráulica baseada no Time Marching Approach - TMA em conjunto com a técnica de otimização multiobjetivo baseada nos Algoritmos Genéticos – AG, através do NSGA II, configurando um Modelo Híbrido Multiobjetivo.

PALAVRAS-CHAVE: Modelo Híbrido Multiobjetivo, Fuga, Energia Elétrica, Algoritmo Genético, Simulador Hidráulico

ABSTRACT

The systems of water supply if become each time more complex and of difficult operationalization due to the disorderly growth of the cities and to the lack of financing for the sector. One of the great concerns in the last years is to all reduce the expenses with electric energy in the company of sanitation of the country. The great part of the operational costs of these companies is associates to the pumping costs. Ahead of this concern the present objective research the development of an multiobjective hybrid model, with the purpose of if getting a reduction of the consumption of electric energy in the pumping stations that use invertors of frequency besides reducing losses in the system. The model is developed of form to guarantee established operational conditions a priori for the attendance of the consumption necessities, such as fluctuation of the levels of the reservoirs, extreme pressures and others searching to bring hydraulical benefits. Through this necessity taking care of some objectives simultaneously they will be being investigated the job of the model of based hydraulical simulation in the Teams Marching Approach - TMA in set with techniques of based multiobjective otimização in the Genetic Algorithms - GA, through NSGA II, configuring a Hybrid Model Multiobjective.

KEYWORDS: Hybrid Model Multiobjective, Losses, electric energy, Algoritmo Genético, Hydraulical simulator

OPERAÇÃO MULTI-OBJETIVO DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA: ALGORITMO GENÉTICO

Érica C. M. N. Machado¹, Cícero A. L. Cruz², Matheus G. Rêgo², Marcus W. A. Carvalho², Ivaldo S. Lacerda³, Carlos O. Galvão⁴

¹ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Caixa Postal 505, 58100-970, Campina Grande, PB, Brasil. Tel.: +55 (83) 3310-1461, e-mail: erica@hidro.ufcg.edu.br

... ver DVD

RESUMO

A complexidade da operação de um sistema de abastecimento de água decorre de vários fatores, entre eles as restrições envolvidas e os objetivos conflitantes. No presente trabalho, os objetivos almejados são minimizar o custo de energia elétrica referente ao bombeamento, minimizar o custo de manutenção das bombas e minimizar a variação do nível do reservatório, sem infringir as restrições operacionais. Analisou-se a aplicação de um algoritmo genético multi-objetivo, o qual foi adaptado para resolver o problema de escalonamento de bombas. As adaptações incluem a consideração das restrições concomitantemente com o conceito de otimalidade de Pareto; a utilização da técnica de *seeding*, para introduzir na população inicial uma solução de alta aptidão; e a utilização de conhecimento nos operadores de reprodução, com o intuito de guiar a busca por regiões mais promissoras do espaço de busca. Os resultados mostram que a metodologia proposta é capaz de fornecer boas soluções para o problema, em ambas as situações em que é utilizada para melhorar uma solução ótima previamente conhecida ou no caso em que é utilizada para encontrar boas soluções para o problema sem qualquer conhecimento prévio de soluções.

PALAVRAS-CHAVE: sistemas de abastecimento, otimização multi-objetivo, algoritmo genético

ABSTRACT

The complexity of the operation of water-supply networks stems from several factors, among them the constraints involved and some conflictive objectives. In the present work, the objectives are to minimize the electric energy cost of pumping, to minimize the pumps' maintenance costs and to minimize the reservoir level variation, without infringing the operational constraints of the system. We analyze the application of a well-known multi-objective genetic algorithm, which was adapted to solve pump scheduling problems. The adaptations include constraint-handling in combination with Pareto's optimality concept; the use of seeding technique, to introduce in the initial population an individual with high performance; and the utilization of knowledge in the reproduction operators, to guide the search for more promising regions of the solution space. The results show that the proposed approach is able to obtain good solutions for the problem, in both the situations where is utilized for improve known optimum solutions or in the case which it is utilized for finding good solutions without no previous knowledge.

KEYWORDS: water-supply networks, multi-objective optimization, genetic algorithm

SOLUÇÕES HÍBRIDAS BASEADAS EM FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEL APLICADAS A SISTEMAS ELEVATÓRIOS DE ABASTECIMENTO

João S. Ramos¹, Helena M. Ramos²

¹ Bolseiro/Investigador CEHIDRO – Instituto Superior Técnico – Av. Rovisco Pais, 1049-001 – LISBOA – Portugal – e-mail: jsampayoramos@gmail.com

² Professora do DECivil – Instituto Superior Técnico – Av. Rovisco Pais, 1049-001 – LISBOA – Portugal – e-mail: hr@civil.ist.utl.pt

RESUMO

Este trabalho tem como objectivo estudar possíveis melhorias na eficiência em sistemas de abastecimento através da aplicação de diferentes fontes de energia renovável.

O aumento do tarifário energético (devido ao preço dos combustíveis fósseis) e o aumento do consumo de água tem como consequência uma subida nos custos de operação e manutenção dos sistemas de abastecimento, nomeadamente nas estações elevatórias.

Recorrendo-se a um sistema de abastecimento real com uma bomba hidráulica, foi testada uma possível ligação dessa bomba a diferentes fontes de energia, nomeadamente energia solar (fotovoltaica), eólica e ainda energia hídrica. Foram analisados dois tipos de sistemas: um isolado da rede eléctrica e dois ligados à rede eléctrica (um com uma turbina hidráulica e outro sem turbina). O sistema isolado mostrou ser economicamente vantajoso se estiver a uma distância de pelo menos 31,6 km da rede eléctrica nacional, visto que prolongar esta também traz custos associados. Dos sistemas ligados à rede eléctrica nacional, o sistema sem turbina mostrou ser mais vantajoso economicamente, uma vez que para haver turbinagem é necessário instalar uma bomba mais potente para garantir tanto o volume de água para a população como para a produção de energia. Contudo esta situação pode-se inverter caso exista uma diminuição do custo da turbina ou do tarifário nas horas de vazio ou outro tipo de apoios.

PALAVRAS-CHAVE: soluções híbridas, sistemas de abastecimento, energia renovável, eficiência energética, sistemas elevatórios.

ABSTRACT

This work has the objective of studying possible improvements in water supply systems energy efficiency through the application of different renewable energy sources.

The recent increases in energy tariff due to the price of fossil fuels and the increase in water consumption has led to an increase in the operation and maintenance cost of water supply systems, particularly in water pump facilities.

It was tested a possible application of several different energy sources to a water pump from an urban water supply system: solar (photovoltaic), wind and hydro energy. Two types of systems were tested: one stand-alone system (not connected to the electric national grid) and two grid connected systems (one with a hydraulic turbine and another without one). The stand-alone system proved to be cost-effective if the system is at a minimum distance of 31,6 km from the national electric grid (extending the grid has inherent costs).

The grid connected system without a water turbine proved to be more cost-effective when compared with the system with a hydro source. However, this situation may change if there is a decrease in the water turbine cost or a decrease of the off-peak energy tariff or even if there is finance supports.

KEYWORDS: hybrid solutions, water supply systems, renewable energy, energy efficiency, pumping systems.

A IMPLEMENTAÇÃO DA LEI DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA 10.295/2001: A SITUAÇÃO ATUAL DOS MOTORES ELÉTRICOS E DOS CONJUNTOS MOTOBOMBAS MONOBLOCOS TRIFÁSICOS

Marco Aurélio Ribeiro Gonçalves Moreira¹, Fernando Pinto Dias Perrone², George Alves Soares³, Paulo de Tarso de Alexandria Cruz⁴, Paulo da Silva Capella⁵.

¹ Eng. Eletricista pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – CEFET/RJ. MBA Executivo pelo Instituto COPPEAD de Administração. Mestre em Ciências em Planejamento Energético pela COPPE/UFRJ. Coordenador do PROCEL SANEAR/Eletróbrás – Av. Rio Branco, 53/15º andar – Centro – Rio de Janeiro – RJ – CEP: 20090-004 – Brasil – Tel: (21) 2514-6476 – E-mail: marcoam@eletrabras.com

² Eng. Eletricista pela Pontifícia Universidade Católica – PUC/RJ. MBA Executivo pelo Instituto Brasileiro de Mercado de Capitais – IBMEC. Chefe do Depto de Desenvolvimento de Projetos Especiais – DPE/Eletróbrás.

³ Eng. Eletricista pela Universidade Federal do Ceará – UFCE. Doutor em Ciências pela Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Assistente da Diretoria de Projetos Especiais – GDP/Eletróbrás.

⁴ Eng. Mecânico pela Universidade de Brasília – UNB. Mestre em Ciências Mecânicas pela Universidade de Brasília – UNB. Coordenador Geral de Eficiência Energética do Ministério de Minas e Energia.

⁵ Eng. Mecânico pela Universidade Católica de Petrópolis – UCP. Gerente do Projeto de Eficiência Energética em Saneamento do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – CEPEL.

RESUMO

O objetivo deste trabalho é o de apresentar o processo de etiquetagem e selo de eficiência energética para equipamentos elétricos como instrumento de implantação da lei brasileira 10.295/2001, bem como fornecer informações sobre o estágio atual das atividades direcionadas para os motores elétricos e conjuntos motobomba, principais equipamentos consumidores de energia elétrica nos sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário. Esse estudo mostra que os resultados deste processo para motores elétricos no Brasil têm sido excelentes. Não deverá mais haver motores elétricos *standard* em produção no país nas linhas de produtos novos até 2008. Assim, o mercado nacional produzirá apenas motores elétricos de alto rendimento para venda. Para conjuntos motobombas, o processo está menos avançado, pois há etiqueta para conjuntos monoblocos trifásicos até 25 cv, mas o selo ainda não foi concedido. Fica evidente neste trabalho que o processo de etiquetagem e selo de eficiência energética, embora longo e complexo, pode ser aplicado aos equipamentos do setor saneamento.

PALAVRAS-CHAVE: Eficiência Energética, Política Pública, Inovação Tecnológica, Setor de Saneamento.

ABSTRACT

The objective of this work is to present the energy efficiency labeling and stamping process for electric equipment as an instrument to enforce Brazilian Law 10.295/2001, as well as to supply information on the current activities related to electric motors and motor pumps sets, the main energy-consuming equipment in water supply and sewage systems. This study shows that the results of the process concerning electric motors have been excellent in Brazil. Standard electric motors are likely to cease to be manufactured in the country among the lines of new products by 2008. Therefore, the national market will only make high-efficiency electric motors available for sale. For motor pumps sets, the process is less advanced. There is a label for three-phase monoblock sets up to 25 cv, but the stamp has not been granted yet. In this work it is evident that the efficiency energy labeling and stamping process, although long and complex, can be applied to the equipments of water and sewage sector.

KEYWORDS: Energy Efficiency, Public Policy, Technological Innovation, Water and Sewage Sector.

LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E HIDRÁULICA EM SANEAMENTO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ – CONCEPÇÃO E PRÁTICA

Mariana Espíndola de Souza¹, Cristovão Vicente Scapulatempo Fernandes², Daniel Costa dos Santos³, Sérgio Michelotto Braga⁴, Andressa Gobbi⁵, Karen Goslar⁶, Leonardo Hoffmann⁷, Aline Machado⁸, Daniel Macedo Neto⁹, Giulianna Nathalie Turra¹⁰, Roberto Suse¹¹.

¹ Graduanda em Engenharia Ambiental – Universidade Federal do Paraná – Rua Coronel Francisco Hoffmann dos Santos, s/n, CEP 81531-990 – CURITIBA – PR – Brasil – e-mail: marianna.dhs@ufpr.br
... ver DVD

RESUMO

A questão da eficiência energética em Sistemas de abastecimento de água é um tema relevante e com significativos impactos não só de aspectos econômicos e financeiros, mas também de questões de desenvolvimento e de saúde pública. Dentro deste contexto a iniciativa da Eletrobrás/Procel de se consolidar grupos de pesquisa atuantes neste tema reflete a preocupação de se integrar todas estas questões sob a mesma ótica de pesquisa, capacitação e desenvolvimento. O Objetivo deste artigo é o de apresentar a experiência para a consolidação do Laboratório de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento da Universidade Federal do Paraná (LENHS-UFPR), destacando detalhes para a construção, operação e manutenção do LENHS, mobilizando uma equipe de Professores e alunos de iniciação científica. A idéia conceitual é o de consolidar base laboratorial que possa ser utilizado para a pesquisa de eficiência energética em redes de distribuição de água e que ao mesmo tempo possa ser utilizado por alunos de graduação e pós-graduação para o desenvolvimento de aulas práticas. A rede de distribuição de água que está sendo montada possui sensores, válvulas solenóides, medidores de vazão eletromagnéticos, bombas, medidores de velocidade de rotação, de consumo de energia, e outros elementos que não possuem representação no modelo.

PALAVRAS-CHAVE: Eficiência energética, Sistemas de distribuição de água

ABSTRACT

One of the most interesting topics to date is related to energy and efficiency of Water distribution Systems. These questions arise not only due to economical and financial aspects but also sustainable development and public health concerns. In such a context Eletrobrás/Procel efforts to consolidate research groups reveals the main intention to integrate all these topics under the same broad view of research, training and development. This paper has the intention to present the experience of consolidating the LEHNS laboratory facilities involving the construction, operation and maintenance of LENHS. The idea was to assemble a laboratory that could be used for research related to energy efficiency of water distribution systems. At the same time could be used by students for graduate and post-graduate activities and for the development of practical classes. Moreover, the distribution system of water that has been consolidated will involve sensors, solenoid valves, electromagnetic flow meter, pumps, rotation speed meters, and other elements. This experience is a challenge for the group that will produce strong impact in our society especially considering the opportunity of integration with the Paraná State Water Utility.

KEYWORDS: Water distribution Systems, Energy efficiency;

EVALUACIÓN DEL COSTE DEL AGUA Y LA ENERGÍA PERDIDAS POR CAUSA DE LAS FUGAS EN TUBERÍAS

Xitlali V. Delgado G.¹, Rafael Pérez G., J.Jesús Mora R., Carlos D. Alonso G.

¹ Universidad Politécnica de Valencia – Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente – Centro Multidisciplinar de Modelación de Fluidos – Camino de Vera S/N – CP 46022 – Valencia (España) – Tel: (+34) 96 3879890 – Fax: (+34) 96 3877981 – xitdelga@doctor.upv.es

RESUMO

Las fugas están presentes en todos los sistemas de distribución de agua, si bien el volumen de agua perdido varía de unos a otros. Este volumen depende de las características de la red de tuberías, el nivel de tecnología, la practica operativa de la empresa y la habilidad para controlar las fugas. Las fugas provocan una serie de costes y pérdidas que, si son adecuadamente bien manejadas pueden ser evitados o disminuidos. En el presente artículo se analizan las pérdidas de agua y energía que provocan las fugas en tuberías. Las mayores pérdidas por fugas que tienen las empresas de abastecimiento de agua potable se deben a los rubros de agua y energía, es por ello que se analizan las pérdidas de agua y energía que provocan las fugas en tuberías, en virtud de que la mayor tasa de ocurrencia de fugas y la tasa de flujo más elevada se da precisamente en tuberías.

PALAVRAS-CHAVE: Fugas, caudal, energía

ABSTRACT

Leaks are present in all water distribution systems, which varies is the volume of lost water. This volume depends on the characteristics of pipe network, the technology level, operative practices of the company and the ability to control leakage. Leaky pipes produce a series of additional costs and losses, if leakage is correctly handled these costs can be avoided or diminished. In the present article the losses of water and energy caused by leaks in pipes are analyzed. The greater economical losses caused by leaks than have water supply companies are water and energy, for that reason we analyze that kind of losses, besides the greater rate of occurrence of leaks and the elevated flow rate occur indeed in pipes.

KEYWORDS: Leakage, water, energy.

O USO DE BOMBAS FUNCIONANDO COMO TURBINA PARA APOIO A SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NO NORTE DO BRASIL

R. P. Holder¹, C.B.Martínez², R.E. Lopes², M.T.C. Faria²

¹ Centrais Elétricas do Norte do Brasil S/A - Av. Major Amarante, 513 - Arigolândia – Porto Velho – Rondônia - Código Postal: 78902-180 - Brasil - Tel: +55 (69) 3222-2211 - Fax: +55 (69) 3222-4338 - e-mail: percyholder@eln.gov.br.

² Universidade Federal de Minas Gerais - Av. Antonio Carlos, 6627 - Pampulha – Belo Horizonte – Minas Gerais - Código Postal: 30-140-082 - Brasil - Tel: +55 (31) 3409-4821 - Fax: +55 (31) 3409-4822 - e-mail: artinez@yaho.com.br ou martinez@cce.ufmg.br.

RESUMO

O constante aumento do custo da energia elétrica tem impactado fortemente o custo das instalações de bombeamento. Se levarmos em consideração que na região norte do Brasil as estações elevatórias estão distantes da rede de abastecimento de energia elétrica, aparece um segundo custo associado à transmissão. Por conseguinte, o custo crescente da energia é acompanhado de um alto investimento no que se refere às obras de extensão da rede elétrica. Além disso, essa rede se constitui em um sub-sistema difícil de ser operado, uma vez que a carga está localizada na ponta da rede. Uma das alternativas possíveis para minorar esse problema é a instalação de micro centrais hidrelétricas (MCH), que possam interligadas à rede elétrica, e que tenham a função de acionar as estações elevatórias. Desta forma, as MCHs funcionam como fonte de energia elétrica para as estações elevatórias e no restante do tempo essas MCH podem estar injetando energia na rede. Como o custo do equipamento hidro-mecânico é elevado, na maior parte das vezes é viabilizada somente a construção do ramal de sub-distribuição. Tendo em vista esse panorama, é efetuada a avaliação de uma segunda alternativa, que consiste na instalação de bombas funcionando como turbinas acopladas à rede elétrica. Esse trabalho apresenta um estudo de caso onde se podem visualizar os custos a avaliar a viabilidade dessa segunda alternativa.

PALAVRAS-CHAVE: Bombas funcionando como turbina, sistemas elevatórios, potenciais residuais

ABSTRACT

The increasing cost of electrical power has impacted strongly the total cost of pumping systems. In the Brazilian northern region, where the pumping stations usually are located far from the electrical power plants, there is an additional cost associated with electricity transmission. Hence, the increasing costs of electrical power are accompanied by high investments to build long transmission electricity lines. Moreover, there are operating problems on the transmission system due to the location of the final users, which are literally situated at the transmission line ends. One of the feasible alternatives to reduce this problem may be the installation of micro hydroelectrical power plants (MCH), which can be connected to the electrical power net, capable of powering the pumping stations. These MCHs not only could provide electrical power to the pumping systems but also could supply power to the electrical net, depending on the operating conditions. Due to the high costs of hydro-mechanical equipments, generally a sub-distribution branch system is the only action taken to address this problem. In order to evaluate viable solutions to this problem, this work deals with a study of another alternative, which consists on the installation of pumps working as turbines (BFTs). These BFTs must be connected to the power net. A case study is presented in order to subsidize the evaluation of costs and technical feasibility of BFTs.

KEYWORDS: Pumps working as turbines, pumping stations, residual potentials

T02 – Controle de Perdas e Sustentabilidade**REFLEXOS NAS MELHORIAS DAS CONDIÇÕES DE CONSERVAÇÃO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA E ADUTORAS NA ECONOMIA DE ENERGIA ELÉTRICA**

C. G. Crespo¹, M. L. Jospheh

¹ Serviço Municipal de Saneamento Ambiental de Santo André - Rua Paulo Novaes, 391 – Santo André - SP - CEP: 09172-420 - Brasil - Tel: (11) 4433-9770 - e-mail: celsogc@semasa.sp.gov.br

RESUMO

É provável que grande parte das cidades brasileiras possuam redes de distribuição de água e sistema de adutoras que apresentem deterioração internamente, com reduções de seção devido a formação de tubérculos, acarretando uma perda de carga distribuída ao longo destas redes que dificulta o fluxo normal do líquido em seu interior, em função da degradação do coeficiente C, em função do tempo decorrido desde sua instalação associado à falta de manutenções preventivas de limpeza interna das mesmas.

É nossa pretensão mostrar neste trabalho os resultados obtidos representados através do ganho de energia elétrica devido a necessidade de menor potencia de bombeamento para a execução do mesmo trabalho, quando as condições das redes de distribuição de água apresentam melhores condições de escoamento do líquido.

PALAVRAS-CHAVE: Conservação de redes, Coeficiente C, Ganho de Energia

ABSTRACT

It is likely that many of the Brazilian cities have networks of water distribution system and piping showing deterioration internally, with reductions of section due to formation of tubers, causing a loss of load distributed over these networks that hampers the normal flow of liquid inside, according to the degradation of the coefficient "C", depending on the time elapsed since its installation associated with the lack of preventative maintenance of internal cleansing of the same.

It is our intention in this paper show the results represented by the gain of power due to the need for smaller power of pumping for the implementation of the same work, when the conditions of distribution networks of water have better conditions for disposal of liquid.

KEYWORDS: Conservation of networks, coefficient C, E Power

PESQUISA DE VAZAMENTO UTILIZANDO O GEOFONE ELETRÔNICO NA UNIFEI

Francisco César Dalmo¹, Ivo Gilberto D. D. da Costa², Augusto Nelson Carvalho Viana³, James Lacerda Maia⁴, Liliane Lazzari Albertin⁵, Frederico Fábio Mauad⁶

^{1,2} Engenheiro Hídrico. Bolsista do CNPq. Mestrando em Ciências da Engenharia Ambiental pela EESC/USP - Av. Trabalhador São Carlense, 400, CEP 13566-590, São Carlos, SP, Brasil. e-mail: fcdalmo@yahoo.com.br; ivo_gilberto@yahoo.com.br.
...ver DVD

RESUMO

A grande perda de água que ocorre nos sistemas de abastecimento público nos dias de hoje, têm levado as companhias de abastecimento público a buscarem novas alternativas para a solução do problema. Este artigo visa demonstrar a importância do uso de tecnologia de pesquisa acústica através do geofone eletrônico, para minimizar as perdas decorrentes dos sistemas de distribuição de água na Universidade Federal de Itajubá, diminuindo os gastos com a distribuição e também enfatizar a eficiência do geofone eletrônico na identificação de vazamentos em tubulações enterradas, vazamentos estes muitas vezes não visíveis, possibilitando assim uma manutenção corretiva e preventiva desde a rede de distribuição até os consumidores finais. Através do uso de tecnologias, as companhias tentam solucionar o problema de maneira ágil e eficiente reduzindo os custos e proporcionando uma melhoria nos serviços prestados.

PALAVRAS-CHAVE: geofone eletrônico, perdas em sistemas de abastecimento, vazamentos.

ABSTRACT

Nowadays, the water loss that happens in public supplying system is forcing the companies to find out news technologies to solve this problems. This paper will show the importance of using acoustic technologies by electronic "Geofone" for reducing water loss in Itajubá public university, reducing de costs with the distributions and shows the efficiency of electronic "geofone" at identification of pipe leaking, possibiliting correction prevention. This technologyis useful to identify the leaking problems, solving efficient this problem and this device has been so useful to provide a quick solution for the companies that have so problems related to loss and leaking of water.

KEYWORDS: eletronic Geofone, loss in supplying system, leaking.

CONTROLO DE PERDAS NOS SMAS DE OEIRAS E AMADORA: A CONSOLIDAÇÃO DE UMA ESTRATÉGIA**Eduardo M. Murinello¹, Diogo R. Sousa², Luiz S. Araujo³**

¹ Engenheiro Civil, Assessor Principal da Divisão do Controlo de Perdas e Cadastro dos SMAS de Oeiras e Amadora – Av. Dr Francisco Sá Carneiro nº 19, 2784-541 – OEIRAS – Portugal – e-mail: eamurinello@smas-oeiras-amadora.pt

...ver DVD

RESUMO

No ano de 1998, os SMAS de Oeiras e Amadora iniciaram uma nova fase da sua política de controlo de perdas com o objectivo de inverter a tendência de crescimento da percentagem de perdas totais. Segundo estudos efectuados, a repartição das perdas reais e perdas aparentes era aproximadamente de 2 para 1.

A estratégia adoptada em finais dos anos noventa privilegiou a componente de perdas reais através da implantação de uma arquitectura sectorizada em zonas de medição e controlo (zmc's) da rede de água para monitorização dos caudais mínimos nocturnos e volumes. No final do ano de 2007 estavam em funcionamento um total de 38 zonas abrangendo cerca de 2/3 da área de distribuição, correspondendo a cerca de 33.000 ramais (180.000 consumidores). Na concepção e dimensionamento destas zonas recorreu-se a metodologias de simulação hidráulica. Por outro lado, foi desenvolvido um programa de gestão de perdas reais que possibilita a análise de caudais e volumes por zmc e a determinação de indicadores para orientação dos trabalhos de pesquisa de fugas.

Os resultados obtidos constituíram um sucesso assinalável: No ano de 2002 assistiu-se a uma inversão da tendência de crescimento, registrando nos últimos três anos um valor médio de 20%. Verificaram-se benefícios líquidos médios anuais de 400.000 euros na última década.

PALAVRAS-CHAVE: Perdas, zmc, sectorização, perdas reais

ABSTRACT

In 1998, SMAS de Oeiras e Amadora, started a new period in their leakage management politic, with the purpose of reversing the outgrowth of total uncountable for water (ufw) percentage in their water supply. After several studies made in this matter, the apportionment of real and apparent losses was in a rank of approximately 2 to 1.

The strategy adopted in the 90's, fomented the real losses component by the implantation of district metered areas to determinate the volume and the minimum night flow. In the end of 2007, there was a total of 38 DMA's created, embracing 2/3 of the water distribution area, matching 33.000 services connections (180.000 consumers). It was utilized hydraulic simulations methodologies in this DMA's conception. On the other side, it was developed a real losses management program to help analysing the volume and flow in each DMA, and to determine models for leakage control.

The results obtained were a huge success: in 2002 we assist a reversing in the growth tendency, registering in the three last years an average of 20% of total uncountable for water (ufw). There was an annual liquid benefit of 400.000 euros in average in the actual decade.

KEYWORDS: Losses, DMA, sectorization, real losses.

MÉTODOS ESTADÍSTICOS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LA SENSIBILIDAD A LAS FUGAS DE UNA RED DE ABASTECIMIENTO

Manuel Herrera¹, Lizbeth Salas, Rafael Pérez, José L. Díaz

¹ Centro Multidisciplinar de Modelación de Fluidos (CMMF) – Universidad Politécnica de Valencia, Camino de Vera s/n, 46022, Valencia – España – e-mail: mahefe.lizsalec.rperez.jldiaz@gmmf.upv.es

RESUMEN

El análisis cluster consiste en la clasificación *no supervisada* de *patrones* (observaciones, *data ítems*, o vectores de características) en grupos (clusters). El problema del *clustering* ha sido y es usado en multitud de contextos por investigadores de todas las disciplinas; circunstancia que no es sino un indicador de la gran utilidad de este tipo de técnicas como un paso fundamental en el análisis exploratorio de los datos. En el presente artículo integraremos esta técnica como análisis previo al planteamiento de un modelo lineal generalizado (GLM). Con ambas herramientas se obtendrá una valiosa información sobre las características de las fugas de agua potable en un sistema de abastecimiento. Esta caracterización, junto con la del nivel de importancia de cada fuga (en cuanto a tiempo de reparación de la misma) llevará al conocimiento de la sensibilidad de la red de abastecimiento a posibles roturas, lo que se deberá tener en cuenta en el planteamiento de posibles planes de actuación tanto en su reparación como en su rehabilitación.

PALABRAS CLAVE: Control de fugas; análisis de cluster; modelos GLM; mantenimiento de una red de abastecimiento.

ABSTRACT

Cluster analysis consists of classifying *unsupervised pattern* (observations, *data ítems*, or vectors of features) into groups (clusters). Problem of *clustering* has been and is used in many contexts by researchers from all disciplines; circumstance is but one indicator of the usefulness of such techniques as a crucial step in the exploratory analysis of the data. This paper integrates this technique as earlier analysis of the approach of a generalized linear model (GLM). Both tools will be obtained valuable information on the characteristics of drinking water leak in a supply system. This characterization, along with the level of importance of each flight (in terms of time to repair it) will lead to knowledge of the sensitivity of the supply network to potential breakage, which should be taken into account in designing possible plans of action both in its repair and rehabilitation.

KEYWORDS: Leakage control; clustering; GLM models; water supply management

ACCIONES DE INCREMENTO DE LA EFICIENCIA FÍSICA EN EL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE QUIROGA, MICHOACÁN, MÉXICO

Ignacio A. Caldiño Villagómez¹, Edgar Antúnez Leyva¹, Martha P. Hansen Rodríguez¹

¹ Instituto Mexicano de Tecnología del Agua - Paseo Cuauhnáhuac 8532, Col. Progreso, Jiutepec, Mor., C. P. 62550, México - icaldino@tlaloc.imta.mx, eantunez@tlaloc.imta.mx, phansen@tlaloc.imta.mx

RESUMEN

Los trabajos se desarrollaron dentro del marco del Programa de Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro; la ciudad de Quiroga es una de las cuatro localidades ribereña que circundan el Lago, la ciudad cuenta con aproximadamente 19 000 habitantes, este es uno de los factores por los que se consideró importante la realización de un estudio de detección y reparación de fugas para incrementar la eficiencia física, incluyendo conocer el estado físico y operacional de la infraestructura de distribución; capacidades de producción, volúmenes consumidos y causas de la alta incidencia de fugas, y consiguiente eficiencia física baja inferida con base en las deficiencias del servicio.

El estudio se orientó hacia el mejoramiento de los servicios de agua potable de la localidad, se basó en información colectada, ordenada y analizada conjuntamente con el organismo responsable del servicio, asimismo se efectuaron mediciones y otros trabajos de campo coordinados por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA).

Como resultado de las acciones, se repararon 56 fugas, recuperándose 27.7 l/s como gasto no instantáneo debido a que se cuenta con un servicio discontinuo programado. De los 44.14 km. de red revisada se encontró una incidencia de 1.27 fugas por kilómetro de red, si se descartan 12.56 kilómetros de red en fraccionamientos nuevos que no se consideraron inicialmente y en donde se encontraron sólo tres fugas, la incidencia se incrementa a 1.68 fugas por kilómetro de red inspeccionada.

A partir de los resultados y de lo observado en la infraestructura de distribución, se proponen las acciones de mejoramiento para incrementar la eficiencia física.

PALABRAS-CLAVE: eficiencia física, fugas de agua potable, Lago de Pátzcuaro.

ABSTRACT

Works described in this paper were developed into the frame Environmental Recovery of Pátzcuaro Lake Basin Program; Quiroga is a nearby shore town with 19 000 inhabitants. This is one factor because it was considered important to carry out a leak detection and repairing study for increasing the physical efficiency, including verify physical and operational conditions of distribution system.

Study was oriented to improving potable water service town, was based in collected, ordered and analyzed information jointly with responsible organization; also were done measurements and other field works, coordinated by Mexican Institute for Water Technology.

As a result of actions, 56 leaks were repaired in a first stage, measured flow was 27.7 l/s, service is discontinued programmed. From 44.14 km of network, it was found an incidence rate of 1.27 leaks per kilometer, nevertheless, if new settled areas are not considered, 12.56 kilometers where only 3 leaks were found, then incidence rate increases to 1.68 leaks per kilometre of revised network.

With results and observations in distribution infrastructure are proposed actions for improving and increasing physical efficiency.

KEYWORD: Physical efficiency, drinkable water lakes, Pátzcuaro Lake.

CRITERIOS PARA EVALUAR EL CONSUMO DOMICILIARIO NO MEDIDO

Juan Maldonado Silvestre¹, Alejandra Martín Domínguez, Ignacio Caldiño Villagómez

¹ Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.- Paseo Cuauhnáhuac # 8532, Colonia Progreso, Jiutepec, Morelos, Código Postal: 62550. México.- Tel: + 777 239 36 78.- e-mail: jmaldon@tlaloc.imta.mx

RESUMEN

El acelerado crecimiento urbano y el déficit de abastecimiento de agua esta creciendo, mientras que la poca agua disponible se sigue perdiendo por deficiencias en la medición o no existe. Las causas de la deficiencia del servicio son múltiples y varían para cada sistema de agua potable. En este trabajo se analizan dos aspectos: la deficiencia de la medición domiciliaria y los usuarios de cuota fija.

En la medición domiciliaria, es el enfoque de la sub y sobre medición, que se refiere a la cantidad de agua que registra el micromedidor domiciliar de menos o de más al valor real del flujo. Esto se debe a las diferentes causas que dañan la parte mecánica del aparato, entre ellas: la falta de mantenimiento preventivo, la calidad del agua, pozos arenosos, tandeo del servicio, y factores climáticos, que dan origen al deterioro del mismo y con el tiempo disminuye su exactitud. Y con respecto a los usuarios de cuota fija, consumen el agua que ellos quieren por un mismo precio, no tienen ningún control de medición. Algunos investigadores sugieren la instalación de medidores domiciliarios, otros comentan que es aceptable el aparato por algunos años, después el usuario vuelve a sus costumbres anteriores.

PALABRAS CLAVES: deficiencia de la medición domiciliaria y los usuarios de cuota fija.

ABSTRACT

Urban areas fast growth and shortage in water supply are increasing while scarce water available continues losing owing deficient or null metering. The causes of deficient service are diverse and vary from one water utilities system to other. In this work topics of shortages in domestic metering are analyzed, so fixed water fee users.

In domestic supply, sub and over metering refer to water difference that is registered in water meter with regard to real flow. Causes are various that damage mechanics parts of meters as prevent maintenance lacking, water quality, wells with mixed water sand, intermittent water supply service and climate. This factors cause deterioration of meters and therefore accuracy decreases. With regard fix fee water users, they consume water for the same price; they do not have any metering control. Some researchers recommend installing a meter in their water connection. Others suggest meter impacts behaviour for some time; after, water users return to waste water customary.

KEYWORDS: domestic metering are analyzed, so fixed water fee users.

IMPACTO DA EVOLUÇÃO DA PERDA DE CARGA NO CUSTO DO BOMBAMENTO DE ÁGUA**K. G. O. Lopes¹, C. B. Martinez, M. M. L. P. Coelho**

¹ Universidade Federal de Minas Gerais - Av. Antonio Carlos, 6627 - Pampulha – Belo Horizonte – Minas Gerais - Código Postal: 30-130-100 - Brasil - Tel: +55 (31) 3409-4821 - Fax: +55 (31) 3409-4823 - e-mail: martinez@cce.ufmg.br .

RESUMO

Este trabalho apresenta o impacto do aumento da perda de carga causado pelo efeito do envelhecimento das tubulações nos sistemas de abastecimento de água. A determinação do aumento da perda de carga nas tubulações pode ser feita através da “equação Universal” ou através de equações empíricas. No primeiro caso não é considerado o envelhecimento da tubulação, sendo que, na segunda opção – equações empíricas – há a restrição de utilização devido às condições e limites ensaiados. Assim, a partir da determinação de coeficientes de perda de carga para tubos com diferentes tempos de utilização para a equação de Darcy-Weisbach, tomando-se como referência os coeficientes determinados pela equação empírica de Hazen-Williams, faz-se uma análise do aumento do consumo de energia para se manter a mesma vazão no sistema. Ao final é apresentado um estudo de caso de uma pequena instalação elevatória onde se pode observar o aumento anual do consumo de energia e, a partir do custo da tarifa, qual a melhor oportunidade para se substituir a tubulação.

PALAVRAS-CHAVE: Perda de carga, eficiência energética, instalações elevatórias.

ABSTRACT

This paper presents the impact of the increase in head loss caused by the effect of ageing pipes in the systems of water supply. The determination of the increase in head loss in the pipes can be made through the "Universal equation" or by empirical equations. In the first case is not considered an ageing pipe and the second option – empirical equations – there is the restriction of use due to the conditions and limits tested. So, from the determination of head loss coefficients to tubes with different times of use for the equation of Darcy-Weisbach, taking as reference the coefficients determined by the empirical equation of Hazen-Williams, an analysis of the increase in consumption of energy to keep the same flow in the system is made. At the end is presented a case of a small pumping station where can be observed the annual increase in energy consumption and, from the cost of the tax, the best opportunity to replace the pipes.

KEYWORDS: Head Loss, energetic efficiency, pumping station.

**COMPARACIÓN DEL DESEMPEÑO DE CIUDADES MEXICANAS EN EL
MANEJO Y CONTROL DE AGUA NO RENTABLE (FUGAS) POR MEDIO DEL
ILI (INFRASTRUCTURE LEAKAGE INDEX)**

Carlos Eduardo Mariano-Romero¹, Víctor Javier Bourguett Ortíz²

¹ Especialista en hidráulica en la Subcoordinación de Hidráulica Urbana - Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Paseo Cuauhnahua 8532, Col. Progreso, Jiutepec, Mor., MEXICO, 62550, cmariano@tlaloc.imta.mx

² Subcoordinador de Hidráulica Urbana - Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Paseo Cuauhnahua 8532, Col. Progreso, Jiutepec, Mor., MEXICO, 62550, ybourgue@tlaloc.imta.mx

RESUMEN

Una de las principales preocupaciones del subsector agua potable en México es el adecuado manejo y control de caudales perdidos por concepto de fugas. Para ello el subsector ha enfocado esfuerzos en el establecimiento de criterios de evaluación del desempeño de los organismos operadores en la materia. La base de evaluación métrica manejada en México se centra en el cálculo de la Eficiencia Física, que la Comisión Nacional del Agua define como el cociente del agua consumida y el agua suministrada a un sistema de distribución. Como se mencionará en el trabajo esta base no permite una comparación congruente del desempeño entre organismos, además de que no considera todos los parámetros implicados en la ocurrencia de las fugas. En este sentido la IWA (*Infrastructure Water Association*), propone el ILI (*Infrastructure Leakage Index*), que cubre los aspectos descritos. En este artículo se presenta la aplicación ILI en seis casos de aplicación en tres ciudades de México.

PALABRAS CLAVE: *Infrastructure Leakage Index, Control de fugas, métricas de desempeño.*

ABSTRACT

One of the basic objectives for the water distribution sector in Mexico is the have an adequate control and management of leakages in most of the water distribution systems in the country. It is also desired to reduce the amount of unavoidable water to the minimum economical level. In this sense water distribution sector in Mexico has been working in the creation and impulse performance metrics for the water industry to evaluate the impact of actions focused in the leakage reduction. The traditional performance metrics used in Mexico is based on the physical efficiency, which is the relation of the consumed between the input volumes of water to the system in the same period of time. This base does not permit the establishment of performance comparisons between utility managers, and there are important parameters not considered which are directly related to leakages. In this sense, the International Water Association has proposed the Infrastructure Leakage Index that satisfies all the mentioned deficiencies of percentage metrics. The methodology proposed by the IWA is presented in this paper with its application over the parameters obtained from three cities in Mexico.

KEYWORDS: Infrastructure Leakage Index, Active leakage control, performance metrics.

IMPORTANCIA DEL CONTROL DE PRESIONES EN LA REDUCCION DE FUGAS, Y SU APLICACIÓN AL SECTOR REYNACO, CIUDAD DE MEXICO

Martín Rubén Jiménez Magaña¹, Oscar Arturo Fuentes Mariles¹, Katya Rodríguez Vázquez², Faustino De Luna Cruz¹, Juan Javier Carrillo Sosa¹.

¹ Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México – Circuito Escolar s/n Ciudad Universitaria, Coyoacán - Código Postal: 04510 - México - Tel: +52 (55) 5623 3600 Ext. 8631 - Fax: +52 (55) 5616 2164 - e-mail: mjimenezm@iingen.unam.mx

² Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Escolar s/n, Coyoacán, 04510, México D.F. Tel. (+52) 55 56 22 35 55.

RESUMO

Se muestra la importancia del control de presiones en una red de tuberías y cómo éste incide en la reducción de fugas. Se presenta un caso práctico en el cual se utiliza un algoritmo genético multi objetivo para llevar a cabo la localización óptima de las válvulas reductoras de presión. Se muestran los porcentajes en los cuales se disminuye la pérdida de agua comparando con los porcentajes que se tienen antes del control de presiones.

PALAVRAS-CHAVE: Algoritmo genético, válvula reductora de presión, optimización multi objetivo.

ABSTRACT

This paper presents the importance of pressure control and how it help to reduce leaks. A study case is presented in which a multi objective genetic algorithm was used in order to do an optimal location of pressure reduce devices, the percents of leak water before and after control pressure are also showed.

KEYWORDS: Genetic algorithm, pressure reduce valve, multi objective optimization.

MODELAGEM DE REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA COM O SUPORTE DE DADOS DE PRESSÃO, VAZÃO ABASTECIDA E CLORO RESIDUALF.A. Moraes¹, L.F.R. Reis²

¹ Engenheiro Civil e Mestrando do Departamento de Hidráulica e Saneamento – Universidade de São Paulo – Av. Trabalhador São-carlense – 400 – Centro – São Carlos – São Paulo – Código Postal: 13566-590 – Caixa Postal: 359 – Brasil – Tel: +55 (16) 33738267 e-mail: gumatata@yahoo.com.br.
... ver DVD

RESUMO

A crescente demanda hídrica exige que os sistemas de distribuição de água para abastecimento sejam projetados e operados de maneira eficiente. Assim, os modelos capazes de representar o comportamento desses sistemas devem assumir papel cada vez mais importante no futuro próximo. Diversos são os desafios da modelagem, dentre os quais a consideração dos vazamentos pode ser apontada por envolver incertezas. O presente trabalho testa o emprego de três modelos de vazamento aplicados à calibração de um setor de rede real da cidade de São Carlos, SP. Propõe que a calibração hidráulica (determinação simultânea de rugosidades e dos parâmetros dos modelos de vazamento) seguida da de qualidade (identificação de parâmetros cinéticos de decaimento de cloro) sejam empregadas como procedimentos complementares capazes de melhor indicar a maneira de se modelarem os vazamentos. Para tanto, resolvem-se dois problemas de calibração: o primeiro em termos da minimização de diferenças entre valores simulados e observados de pressões e vazões e o segundo em termos da minimização de diferenças entre valores simulados e observados de concentrações de cloro residual. Os algoritmos genéticos (AGs) são utilizados como ferramenta de otimização e o simulador EPANET 2.0 para realização das simulações de comportamento da rede. Além disso, os parâmetros dos AGs são otimizados via *PSO (Particle Swarm Optimization)*. Os resultados obtidos indicam que, dentre os modelos investigados, aqueles que consideram vazamentos por unidade de comprimento de tubulação apresentam desempenho superior àquele que considera vazamentos por unidade de área.

PALAVRAS-CHAVE: calibração, vazamento, qualidade da água, redes de distribuição de água.

ABSTRACT

The increasing water demand requires that supply distribution systems are designed and operated in an efficient manner. This way, the models unable to represent these networks's behavior must assume a more and more important role in the close future. Several are the modeling challenges, among them leakage can be pointed out due to involved uncertainties. The present work tests the use of three leakage models applied to the calibration of a real water supply network belonging to São Carlos city, São Paulo State. It is proposed that the hydraulic calibration (simultaneous determination of roughness and leakage model parameters) followed by the quality calibration (identification of chlorine kinetic decay parameters) be used as complementary procedures to better indicate the manner the leakage must be determined. Two calibration problems are solved for this purpose: the first one in terms of the minimization of differences between simulated and observed values for pressures and discharges and the second one in terms of the minimization of differences between simulated and observed residual chlorine concentrations. Genetic Algorithms (GAs) are used as optimization tool and EPANET 2.0 for performing the network behavior simulations. Besides that, GA parameters are optimized through *PSO (Particle Swarm Optimization)*. The results obtained indicate that, among the investigated models, the models that consider leakage by unit pipe length perform better than that which considers leakage by unit pipe area.

KEYWORDS: calibration, leakage, water quality, water distribution network.

IMPACTO Y SUSTENTABILIDAD DE LOS PROGRAMAS DE REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS DE AGUA**Petronilo Cortés¹, Víctor Bourguett¹**

¹ Especialista en hidráulica – Instituto Mexicano de Tecnología del Agua – Paseo Cuauhnáhuac 8532 – Jiutepec, Mor. – México –e-mail: pcortes@tlaloc.imta.mx

RESUMEN

A nivel internacional hay preocupación sobre la efectividad y sustentabilidad de los programas de reducción de pérdidas de agua, ya que aunque se reportan casos de éxito, los altos niveles de éstas continúan presentes, a pesar de los grandes avances tecnológicos que se han dado en esta materia a partir de la década de los 90's. Los casos exitosos indican como factor clave la concentración de los esfuerzos iniciales en la reducción de pérdidas comerciales. Sin embargo, los niveles de reducción alcanzados se pueden deteriorar fácilmente si no se mantiene un control estricto sobre la operación y mantenimiento así como de las funciones comerciales. Todo lo anterior implica la observación de varios aspectos que pueden incidir en los resultados de los programas de reducción, desde el diagnóstico y balance de agua, pasando por la planificación, ejecución y evaluación, hasta el monitoreo y control de pérdidas remanentes.

PALABRAS-CLAVE: Pérdidas, reducción, efectividad, sustentabilidad.

ABSTRACT

There is international concern about the effectiveness and sustainability of water losses reduction programs, because although reported cases of success, high levels of these still present, despite the major technological advances that have occurred in this theme from the 90's. The effective reduction programs show as a key that initial efforts were directed toward reducing commercial losses. However water losses reduction levels can easily deteriorate if a tight control on operations and maintenance and commercial functions is no maintained. All this implies the observation of several aspects that could affect the results of reduction programs, from diagnosis and water balance through planning, implementation and evaluation, to monitoring and control of residual losses.

KEYWORDS: Losses, reduction, effectiveness, sustainability.

T03 – Reabilitação e Renovação de Sistemas Hidráulicos**REABILITAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA CIDADE DE FUNDÃO
- BRASIL**

C. C. O. Bastos¹, H. P. Gomes² e J. S. O. P. Silva³

¹ Engenheira Civil da Companhia Espírito Santense de Saneamento – Avenida Guarapari, 444 – Bairro Jardim Limoeiro - Serra – Espírito Santo - CEP: 29.164-901 – Brasil - e-mail: cleide.bastos@cesan.com.br

² Professor do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal da Paraíba – Campus I, s/n, Bairro Castelo Branco – João Pessoa – Paraíba – CEP: 58.050-900 - Brasil - e-mail: heber@lenhs.ct.ufpb.br

³ Mestrando no Programa de Engenharia Mecânica da Universidade Federal da Paraíba – Campus I, s/n, Bairro Castelo Branco – João Pessoa – Paraíba - CEP: 58.050-900 - Brasil - e-mail: joao@lenhs.ct.ufpb.br

RESUMO

Este trabalho objetiva diagnosticar os problemas existentes no abastecimento da cidade de Fundão, Espírito Santo, Brasil, e apresentar soluções para a completa reabilitação e melhoramento do sistema. Vazões e pressões insuficientes nos pontos de consumo da rede eram os problemas de abastecimento predominantes, até então existentes, no sistema de abastecimento da cidade de Fundão. As ações de reabilitação adotadas levaram em conta a diminuição dos gastos de energia elétrica das instalações de bombeamento. A metodologia empregada baseou-se na simulação e análise da operação do sistema, em tempo estendido, através do modelo hidráulico Epanet 2.0. Os resultados obtidos demonstraram viabilidade técnica das ações de reabilitação, garantindo um melhor atendimento do abastecimento. A análise econômica do projeto demonstrou um alto nível de rentabilidade econômica, com um tempo de recuperação de capital de 4,6 anos e uma taxa interna de retorno de 32%.

PALAVRAS-CHAVE: Melhoria de abastecimento, reabilitação de sistemas, modelagem computacional.

ABSTRACT

This work aims to diagnose the existing supply problems in Fundão city, Espírito Santo, Brasil, and to present solutions for a complete rehabilitation and improvement of the system. Insufficient flows and pressures in the consumption points of the net were Fundão city's most predominant problem in the supply system. The rehabilitation actions taken considered the decrease of the pumping installations' energy cost. The methodology was based in the simulation and analysis of the system, in extended time, through the hydraulic model Epanet 2.0. The results demonstrate the rehabilitation action's technical viability, ensuring a better supply. The economical analysis of the project demonstrated a high level of economic profitability, with a capital return time of 4.6 years and a 32% internal rate of return.

KEYWORDS: Supply improvement, system rehabilitation, computer modeling.

FACTORES DE INFLUENCIA EN LA PROGRAMACION OPTIMA PARA LA RENOVACION DE TUBERIAS

Carlos D. Alonso Guzmán¹, Rafael Pérez García¹, Joaquin Izquierdo Sebastian¹, J. Jesús Mora Rodríguez

¹Centro Multidisciplinar de Modelación de Fluidos (CMMF) – Universidad Politecnica de Valencia- Camino de Vera s/n. Valencia (España) Teléfono +34.96.387.98.90 E-mail: cdalonso@gmmf.upv.es

RESUMEN

Proponemos un instrumento de ayuda a la toma de decisiones que permita priorizar las necesidades de renovación de las redes de distribución de agua. Para determinar las prioridades se aplica la metodología de los sistemas de ayuda a la decisión multicriterio (MDSS) y Algoritmos Genéticos. Consideramos los diversos factores de influencia que toman parte en la toma de decisiones. El instrumento desarrollado propone una secuencia aceptable de intervenciones en la red de agua, identificando la jerarquización de los grupos de tuberías que deben ser objeto de trabajos de renovación, teniendo en consideración todos los factores asociados con los factores endógenos y exógenos y de las limitaciones técnicas de funcionamiento de la red de agua para un determinado horizonte de planificación.

PALABRAS-CLAVES: Red de distribución, Jerarquización, Toma de decisiones.

ABSTRACT

We propose an instrument to aid in the decision-making process that allows for the prioritization of needs for the water distribution network renewal planning and to identify these priorities applying the methodology Multicriteria Decision Support Systems (MDSS) and Genetic Algorithms. We consider the various influencing factors involved in decision-making. The instrument developed proposes an acceptable sequence of interventions in the water network, identifying the hierarchy of the groups of pipes before renovation work begins and takes into account all factors associated with the endogenous and exogenous factors and of the technical constraints of functioning of the water network for a given planning horizon.

KEYWORDS: Network, renewal, hierarchy, decision-making.

PERSPECTIVA HISTÓRICA E EVOLUÇÃO DO SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS NA CIDADE DE LISBOA

José Saldanha Matos¹, Filipa Ferreira¹, António Monteiro¹, Rodrigo Oliveira¹, Natércia Matias², Rui Marques³ e Pedro Póvoa⁴

¹ Instituto Superior Técnico (IST) – Av. Rovisco Pais, 1049-001 – LISBOA – Portugal – e-mails:

jsm@civil.ist.utl.pt, filipaf@civil.ist.utl.pt, ajm@civil.isyt.utl.pt; rpo@civil.ist.utl.pt

² HIDRA, Hidráulica e Ambiente, Av. Defensores de Chaves, 31, 1º Esq., 1000-111 Lisboa

³ ENGIDRO, Estudos de Engenharia, R. Luis Cristino da Silva, LT. 248 2ºAndar Porta 98, 1900-741 LISBOA

⁴ SIMTEJO, Saneamento Integrado dos Municípios do Tejo e Trancão, Av. Defensores de Chaves, 43, 3º Piso, 1000-112 Lisboa

RESUMO

A história do saneamento em Portugal, com drenagem separativa e estações de tratamento (ETAR) é relativamente recente. No caso de Lisboa, o 1º Plano Geral de Saneamento não contemplava instalações de tratamento, datando de finais do século XIX. No entanto, há vários séculos que a capital do País dispõe de colectores e infra-estruturas para drenagem de águas pluviais e domésticas, de seccções diversas (colectores de saiméis, ovoídes e arco de ferradura, entre outros) constituídos em alvenaria de pedra ou de tijolo, os mais antigos, ou em betão, os mais recentes.

Grande parte da cidade de Lisboa dispõe de rede unitária. As águas residuais são interceptadas para os sistemas interceptores que servem as três Estações de Tratamento de Águas Residuais (Alcântara, Beirilas e Chelas) por descarregadores (cerca de 40). A esta data, a entidade que gere as redes (sistema em “baixa”) é a Câmara Municipal de Lisboa, sendo que o sistema em alta (sistemas interceptores e ETAR) é gerido pela SIMTEJO, Saneamento Integrado dos Municípios do Tejo e Trancão.

No âmbito deste artigo são referidos aspectos históricos da evolução do saneamento no País, com especial ênfase para a cidade de Lisboa, dando-se relevo a diversos estudos e projectos de saneamento desenvolvidos para a cidade.

PALAVRAS-CHAVE: Águas residuais, controlo em tempo real, gestão integrada, plano geral de drenagem, saneamento.

ABSTRACT

The history of the development of separate sewers and Wastewater Treatment Plants (WTP) is relatively recent in Portugal. The first Drainage Master Plan of Lisbon is from the XIX century. Nevertheless, the city includes sewers for a long time, for transportation of stormwater and domestic wastewater, of different cross sections, built with stone or brick, the ancient ones, or concrete, the most recent ones.

The great majority of the Lisbon city has combined sewers. Wastewater is intercepted and conveyed to the main trunk sewers and Wastewater Treatment Plants (WTP) by weirs and overflows. The sewers network is managed by the municipality (Câmara Municipal de Lisboa) being the main trunk sewers and WWTP managed by a multimunicipal enterprise – SIMTEJO, Saneamento Integrado dos Municípios do Tejo e Trancão.

In this paper, some historical aspects are referred about the development of sewerage in the city, with special emphasis on the Drainage Master Plan, yet not concluded.

KEYWORDS: Drainage master plan, integrated management, real time control, sewerage, wastewater.

VIABILIDADE ECONÔMICA PARA O AUMENTO DA EFICIÊNCIA HIDROENERGÉTICA DO SISTEMA DE ADUÇÃO DE ÁGUA DE CAMPINA GRANDE, BRASIL

L. L. B. Montenegro¹, A. F. C. Neto², J. S. O. P. Silva³, M. M. Salvino⁴ e W. P. S. Oliveira⁵

¹Engenheiro Civil da Companhia de Água e Esgoto da Paraíba, BR 101, km 2, s/n, Bairro Marés - João Pessoa - Paraíba - Brasil - e-mail: leonardo@cagepa.pb.gov.br

²Engenheiro Civil da Companhia de Água e Esgoto da Paraíba, Rua Bartolomeu de Gusmão, s/n, Centro - Campina Grande - Paraíba - CEP: 58.050-900 - Brasil - e-mail: faustino@cagepa.pb.gov.br

³Mestrando no Programa de Engenharia Mecânica da Universidade Federal da Paraíba - Campus I, s/n, Bairro Castelo Branco - João Pessoa - Paraíba - CEP: 58.050-900 - Brasil - e-mail: joao@lenhs.ct.ufpb.br

⁴Mestrando no Programa de Engenharia Mecânica da Universidade Federal da Paraíba - Campus I, s/n, Bairro Castelo Branco - João Pessoa - Paraíba - CEP: 58.050-900 - Brasil - e-mail: moises@lenhs.ct.ufpb.br

⁵Graduando em Engenharia Civil da Universidade Federal da Paraíba - Campus I, s/n, Bairro Castelo Branco - João Pessoa - Paraíba - CEP: 58.050-900 - Brasil - e-mail: wibys@lenhs.ct.ufpb.br

RESUMO

O presente trabalho busca o diagnóstico do sistema de adução da cidade de Campina Grande-Brasil, visando intervenções para a sua reabilitação, apoiado no estudo da viabilidade econômica das alternativas de eficiência energética proposta para o sistema. Para a análise econômica do projeto foram analisados os seguintes indicadores: Valor Presente Líquido, Tempo de Retorno do Capital, Taxa Interna de Retorno e Relação Benefício/Custo. Mediante a aplicação de uma taxa de juros anual de 15%, uma taxa de aumento anual de energia de 10% e uma vida útil de 15 anos, obteve-se os seguintes resultados para os indicadores econômicos: 1,6 anos para o Tempo de Retorno do Capital, tempo este menor que a vida útil do projeto, uma Taxa Interna de Retorno 84,3%, maior que a taxa de juros aplicada, e uma Relação Benefício/Custo de 7,23, ficando comprovado o alto grau de atratividade do investimento.

PALAVRAS-CHAVE: Eficiência Energética e Hidráulica, Análise Econômica, Sistema de Adução de Água.

ABSTRACT

The present work looking for the diagnosis of the water supply pipelines system of the city of Campina Grande-Brazil, seeking change for their rehabilitation, supported in the study of the economic viability of alternative energy efficiency proposed for the system. For the economic analysis of the project were analyzed the following indicators: Net Present Worth, Payback Period, Internal Rate of Return and Benefit/Cost Relation. Through the application of a yearly interest rate of 15%, a rate of increase annual energy of 10% and an life of 15 years, obtained the following results for the economic indicators: 1,6 years for the Payback Period, this time less than the life of the project, an Internal Rate of Return of 84,3%, greater than the Interest Rate Applied, and a Relationship Benefit/Cost of 7,23, with the proven high degree attractiveness of the investment.

KEYWORDS: Energy and Hydraulic Efficiency, Economic Analysis, Water Supply System

PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE REABILITAÇÃO DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA: O CASO DE ESTUDO DE VILA FRANCA DE XIRA

Maria Raquel N.L. Borda d'Água¹, Dídía I. C. Covas², Helena Alegre³

¹Engenheira Civil - Divisão de Gestão de Infraestruturas de Abastecimento de Água – SMAS de Vila Franca de Xira – Av. Pedro Vitor, 2600-001 – Vila Franca de Xira – Portugal – e-mail: raquelba@sapo.pt

² Professora do DECivil – Instituto Superior Técnico – Av. Rovisco Pais, 1049-001 – LISBOA – Portugal – e-mail: didia.covas@civil.ist.utd.pt

³ Chefe do Núcleo Eng. Sanitária do LNEC – Naboratório Nacional de Engenharia Civil – Av. Brasil, 101, 1700-066 – Lisboa – Portugal – e-mail: halegre@lnec.pt

RESUMO

O presente trabalho de investigação tem por objectivo o desenvolvimento e a aplicação de uma proposta de metodologia para a elaboração de um plano de reabilitação de sistemas de abastecimento de água. A metodologia encontra-se estruturada em quatro níveis e sete fases de actuação, partindo da macro-escala do concelho até ao pormenor do componente do sistema a reabilitar (i.e., sector de rede, reservatório, órgão ou equipamento). Descreve-se o caso de estudo - os Serviços Municipalizados de Água e Saneamento de Vila Franca de Xira - onde se inclui a descrição das infra-estruturas existentes no concelho e a caracterização dos consumos. Apresenta-se a proposta de metodologia para o desenvolvimento do plano de reabilitação, com a descrição dos diferentes níveis de actuação, fases de desenvolvimento e acções implementar. Segue-se a aplicação da metodologia ao caso de estudo. Finalmente, apresenta-se a síntese do trabalho, as conclusões e as recomendações para a aplicação da metodologia.

Trata-se de um trabalho inovador e relevante quer a nível técnico quer a nível científico, que revolucionaria a forma como actualmente se efectua a reabilitação de sistemas de abastecimento de água em Portugal.

PALAVRAS-CHAVE: reabilitação, abastecimento de água, indicadores de desempenho, gestão patrimonial de infra-estruturas, plano de reabilitação

ABSTRACT

The current research work aims at the development of a proposal of methodology for the development of a rehabilitation plan for water supply systems. The proposed methodology is organized in levels and phases, starting at the macro-scale of the council level and ending at the detail of the component of the system to rehabilitate (i.e., pipe, storage tank, device or equipment). The evaluation and definition of this methodology is based on the calculation of a set of performance indicators for water supply systems specific to the established strategic objectives.

The study case of Vila Franca de Xira is presented, including the description of existing infra-structures. The methodology for the development of a rehabilitation plan, with the description of the different levels, phases and actions, is presented and applied to the study case of Vila Franca de Xira. Finally, the main conclusions and recommendations for the application of proposed methodology are presented.

This is a relevant and novel research work, at both scientific and technical level, that challenges the way rehabilitation of water supply systems is currently carried out by many water utilities in Portugal.

KEYWORDS: rehabilitation, water supply, performance indicators, asset management, investment planning.

PROGRAMA DE REABILITAÇÃO DE REDES A EXPERIÊNCIA DA UNIDADE DE NEGÓCIO CENTRO DA SABESP

Roberto Abranches¹

¹ Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – Sabesp - Rua Sumidouro, 448. - Pinheiros - São Paulo - SP - CEP: 05428-010 - Brasil - Tel.: +55 (11) 3388 8107 - Fax: +55 (11) 3031-5606 – e-mail: rabranch@sabesp.com.br.

RESUMO

O Programa de Reabilitação de Redes na Unidade de Negócio Centro iniciou-se no ano de 2006 com o propósito de estabelecer uma metodologia que procura viabilizar tecnicamente os recursos empregados visando aperfeiçoar a capacidade de suporte hidráulico das redes de distribuição, reduzir as perdas no sistema e principalmente, melhorar a qualidade da água distribuída, que ao longo das últimas décadas tem se mostrado comprometida.

Uma equipe de trabalho foi estruturada para identificar os setores alvos, objetos de incrustação das redes de abastecimento de ferro fundido, investigar suas causas e priorizar áreas críticas para execução de obras de reabilitação. A equipe é formada por representantes da Divisão de Controle Sanitário (MCEC), Divisão de Controle de Perdas (MCEP), Divisão de Operação de Água (MCEA), Setor de Cadastro Técnico (MCED.2) e representantes das áreas de Planejamento (MCI) e de Serviços e Pólos de Manutenção (MCC).

As atividades previstas no programa são: planejamento, estudo e aplicação de técnicas de reabilitação, investigação de áreas críticas e avaliação resultados.

Concomitantemente às atividades do programa, as causas da origem da formação dos tubérculos e incrustação das redes de ferro fundido também vêm sendo investigadas.

PALAVRAS-CHAVE: Programa de Reabilitação de Redes, Qualidade da Água, Ferro Fundido, Incrustação.

ABSTRACT

The Water Network Rehabilitation Program in the Center Business Unit was started in 2006 with the purpose of establishing a methodology that intends to apply the existing resources in a technical and feasible manner to improve the hydraulic support capacity of the water distribution system, reduce the system losses and especially enhance the water quality which has been compromised over the last decades.

A work team has been set up to identify target sectors where cast iron distribution pipes presented incrustations, investigate its causes and prioritize critical areas for the performance of rehabilitation works. The team is comprised of representatives from the Sanitary Control Division (MCEC), Water Loss Division (MCEP), Water Operation Division (MCEA), Technical Records Sector (MCED.2), Planning area (MCI), and Services and Maintenance Units (MCC).

The activities provided for in the program are: planning, study and application of rehabilitation techniques, investigation of critical areas and evaluation of results.

Concomitantly with the activities of the program, the causes that led to the formation of tubercles and incrustations in cast iron networks have also been investigated.

KEY-WORDS: Network Rehabilitation Program, Water Quality, Cast Iron, Incrustation.

**TÉCNICAS DE REABILITAÇÃO DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA –
MODELO OPERACIONAL E APLICAÇÃO A CASOS DE ESTUDO**T.V. Grilo¹, D. I. C. Covas²

¹ Mestre em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa (UTL), Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa, Portugal. E-mail: tomazyg@gmail.com

² Professora Auxiliar, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa (UTL), Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa, Portugal. E-mail: didia.covas@civil.ist.utl.pt

RESUMO

O objectivo do presente trabalho de investigação consiste no desenvolvimento e na aplicação de um modelo operacional de apoio à decisão para a selecção da técnica de reabilitação de condutas em pressão mais adequada para cada caso concreto. Efectuou-se um levantamento das técnicas de reabilitação de condutas existentes, tendo-se identificado seis técnicas, organizadas em dois grupos: técnicas de revestimento interior (i.e., revestimento com argamassa de cimento ou com resinas epoxy) e técnicas de re-entubamento (i.e., re-entubamento simples, por destruição da tubagem, com tubo com diminuição diametral temporária e com tubo de parede dobrada). O modelo operacional de apoio à decisão encontra-se inserido no processo de reabilitação (metodologia) que foi estruturado em quatro fases distintas: I) Caracterização do sistema; II) Decisão estratégica; III) Implementação; e IV) Monitorização, avaliação e revisão. O modelo operacional refere-se à Fase II da referida metodologia. O modelo foi materializado sob a forma de árvores de decisão. O modelo operacional desenvolvido foi aplicado a seis casos de estudo diferentes: dois re-entubamentos simples, uma intervenção em vala aberta, um re-entubamento com tubo de parede dobrada e um re-entubamento simples com criação de by-pass gentilmente cedidos pela EPAL, S.A., e um re-entubamento por destruição da tubagem existente fornecido pela SANEST, S.A. A aplicação a casos de estudo foi fundamental para uma validação preliminar do modelo, embora apenas parcial, dado terem sido analisados apenas de seis casos, tendo dado um aspecto prático, essencial, a este trabalho. Estes casos de estudo permitiram testar e melhorar o modelo durante o seu desenvolvimento.

PALAVRAS-CHAVE: reabilitação, sistemas de abastecimento de água, re-entubamento, revestimento, modelo.

ABSTRACT

The present research work aims at the development and the application of an operational decision support model for selecting of the most adequate rehabilitation technique for pressurized pipes in each particular case. A state of the art review of the rehabilitation techniques has been carried out. Six different techniques have been identified, divided in two main groups: internal lining techniques (i.e., cement lining and spray lining) and relining techniques (i.e., ordinary relining, pipe bursting, rolldown and sublining). The decision support model is part of the rehabilitation process (methodology) that can be divided in four main steps: I) System characterization; II) Strategic decision; III) Implementation; and IV) Monitoring, evaluation and revision. The operational model refers to the Step II. This model consists of two flowcharts. This decision support model was applied to six different case studies: two relining pipes, one pipe trench intervention, one sublining and one by-pass created with relining presented by EPAL, S.A., and one pipe-bursting presented by SANEST, S.A.. The application of the model to these case studies was of the utmost importance for its preliminary validation, although partial because only six case studies were analysed, giving the practical insight that this research work needs. These case studies allowed testing and improving the model during its development.

KEYWORDS: rehabilitation, water supply system, lining, relining and operational model.

DRENAGEM URBANA DE ÁREAS ESPECIAIS: UMA PROPOSTA DE SOLUÇÃO DE USO MULTIFUNCIONAL PARA UMA BACIA FECHADA

Valéria Diniz dos Santos¹, Tarciso Cabral da Silva

¹ Universidade Federal da Paraíba - Centro de Tecnologia – LARHENA – Laboratório de Recursos Hídricos e Engenharia Ambiental – Campus I – João Pessoa – CEP 58.059-9000 – Fone: 0xx83 3216 7684 - e-mail: tarcisocabral@yahoo.com.br

RESUMO

Neste trabalho, mostra-se o estudo da problemática e proposta de solução de drenagem urbana de uma bacia hidrográfica endorreica, denominada Lagoa do Buracão, localizada no município de João Pessoa, Paraíba. Após caracterização da área e das variáveis hidrometeorológicas pertinentes, foram feitas simulações do comportamento hidrológico-hidráulico do conjunto bacia-lagoa a partir da modelagem efetivada com uso do Software ABC 6. São considerados três cenários propostos que incluem obras de desassoreamento e aprofundamento da lagoa. Os resultados mostraram que a alternativa mais adequada seria a do cenário 1, que abrange aprofundamento da lagoa para perfil de fundo constante de 3 metros. Com base no cenário eleito, propõe-se uma solução de drenagem de uso multifuncional, combinando a utilização de técnicas compensatórias de drenagem à requalificação da paisagem urbana, atualmente degradada.

PALAVRAS-CHAVE: drenagem urbana, bacias fechadas, melhores práticas de gestão.

ABSTRACT

In this paper, is showed shortly a study about urban drainage problems in a closed watershed called Lagoa do Buracão, in the city of João Pessoa, Paraíba State, Brazil. Each feature of the studied area was researched and several hydrological simulations were made in order to analyze three different sceneries. The sceneries include changes in the characteristics levels of the lake. It was used rainfall data and physical characteristics of the studied watershed. The results showed that the alternative most adequate were that of scenerie 1, with the constant deep of the lagoon bottom of 3 meters. The proposal solution of urban drainage adds other functions as the creation of a desirable landscape in the composition of the urban space, the valuation of the neighboring areas and the restoration of the environment which is currently degraded.

KEYWORDS: urban drainage, closed watershed, best management practices.

T04 – Alterações Climáticas sua Influência e Adaptações**INFLUÊNCIA DAS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS NA PRODUÇÃO DE ENERGIA: MICRO-HÍDRICAS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO**

Helena M. Ramos¹, Maria Mello²

¹ Professora do DECivil – Instituto Superior Técnico – Av. Rovisco Pais, 1049-001 – LISBOA – Portugal – e-mail: hr@civil.ist.utl.pt

² Gestora e Projectista – Hidropower Lda – Av. Frei Miguel Contreiras, 54A, 4º, 1749-019 - LISBOA – Portugal – e-mail: m.mello@hidropower.pt

RESUMO

As alterações climáticas têm permitido evidenciar a necessidade de se encontrarem novas soluções e estratégias para reduzir a vulnerabilidade da produção/consumo de água e energia. Atendendo aos constrangimentos ambientais e energéticos, o futuro será marcado por um novo desafio de produção de energia na Europa através do recurso a novas estratégias por forma a compatibilizar-se com novas formas renováveis de produção, o decréscimo do potencial nas zonas secas dos países do Sul, perda de capacidade provocada pela sedimentação das albufeiras, e a perda de eficiência das centrais hidroeléctricas e estruturas hidráulicas existentes já envelhecidas. Em ligação com as alterações climáticas espera-se uma modificação dos recursos disponíveis e a necessidade de criar soluções flexíveis que conjuguem o aumento do consumo que se espera que venha a acontecer devido a secas prolongadas, com a produção de energia.

Sabendo que os sistemas de abastecimento são também grandes consumidores de energia, apresenta-se um caso de estudo de análise de viabilidade da instalação de uma micro-hídrica num sistema real existente no Algarve, que está sujeito a regimes sazonais de escoamento, marcados por períodos de seca, sendo a única água escoada a relativa aos consumos humanos, que tem que ser garantida.

PALAVRAS-CHAVE: influência das alterações climáticas, sistemas de abastecimento, produção de energia, micro-hídrica.

ABSTRACT

Climate change has allowed highlight the need to find new solutions and strategies to reduce the vulnerability of production / consumption of water and energy. Given the environmental and energy constraints, the future will be marked by a new challenge of energy production in Europe through the use of new strategies in order to reconciling itself with new forms of renewable generation, the decline in the energy potential of the drought South countries, loss of capacity caused by sedimentation of reservoirs, and the efficiency loss of old hydro and existing hydraulic structures. In connection with climate change is expected important modifications of available resources and the need to create flexible solutions that combine the increase in consumption which is expected due to prolonged droughts with the production of energy.

Knowing that the supply systems are also large consumers of energy it is presented a case study analysis of the feasibility installation of a micro-hydropower system in a real existing system in Algarve, which is subject to seasonal flow regimes characterised by periods of drought being the only water flowing the human consumption that has to be guaranteed.

KEYWORDS: Climatic changes influence, water supply systems, energy production, micro-hydro.

CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA DO RIO CLARO-MANANCIAL ABASTECEDOR DO LITORAL NORTE EM SÃO PAULO

Íria Vendrame¹, Wálter Manoel Mendes Filho², Nadiane Kruk³ e Mateus da Rocha Andrade²

¹ Professora Associada do Instituto Tecnológico de Aeronáutica-ITA- Praça Mal.Eduardo Gomes 50-CEP-12228-900, São José dos Campos-SP-Brasil. e.mail: hiria@ita.br

² Mestrando do Curso de Engenharia de Infra-Estrutura Aeronáutica - ITA- Praça Mal.Eduardo Gomes 50. CEP-12228-900, São José dos Campos – SP-Brasil. e.mail: wmmendes@ita.br

³ Doutoranda do Curso de Engenharia Mecânica - Aeronáutica - ITA- Praça Mal.Eduardo Gomes 50. CEP-12228-900, São José dos Campos – SP-Brasil. nsmaha@ita.br

RESUMO

O sistema de abastecimento do rio Claro estará sujeito a um elevado aumento na demanda d'água devido a grandes empreendimentos que serão implementados no litoral norte de São Paulo, assim, faz-se necessário avaliar a disponibilidade hídrica desse rio. Os parâmetros iniciais em modelos hidrológicos distribuídos são comumente estimados usando dados espaciais de solos, vegetação e uso do solo. Entretanto, esses são ajustados posteriormente para melhorar as simulações. Tais ajustes podem ser devido a diversos fatores como a inabilidade das equações do modelo e das parametrizações em representar a física real de uma bacia e sua heterogeneidade, efeitos de escala e a existência de erros nos dados de entrada. Assim, com o objetivo de testar o modelo DHSVM (Distributed Hydrology Soil Vegetation Model), desenvolvido na década de 1990 na Universidade de Washington por Mark Wigmosta, para as condições hidrometeorológicas brasileiras, especificamente na bacia do rio Claro, apresenta-se nesse trabalho o estágio atual desse estudo que visa também analisar as respostas hidrológicas e a produção de sedimentos nessa bacia, localizada na Serra do Mar, no litoral norte paulista. Para assegurar um conjunto confiável de dados de entrada no modelo uma rede de equipamentos como PCDs hidrológicas e meteorológicas foi instalada na bacia hidrográfica.

PALAVRAS-CHAVE: modelo hidrológico, abastecimento de água e sedimentos.

ABSTRACT

The Claro river water supply system can present a high growth in water demand due to enterprises that will be implemented on the northern São Paulo state litoral, that makes necessary to evaluate the water resources in that catchment. Usually, initial parameters in distributed hydrologic models are estimated using spatial data of soil, vegetation and land use. However, these are adjusted later to improve the simulations. The adjustments are affected by diverse factors as the inability of the equations of the model and the parametrization in representing the real physics of a catchment and its heterogeneity, effect of scale and the existence of errors in input data. Then, in order to test model DHSVM (Distributed Hydrology Soil Vegetation Model), developed in the University of Washington by Mark Wigmosta in the decade of 1990, for brazilian hydrometeorological conditions, specifically in Claro river catchment, this study aims to analyze the hydrologic responses and the sediments yield in this catchment located in the Serra do Mar, in the northern São Paulo coast. Hydrological and meteorological DCPs were installed in the basin area to obtain a reliable data set, which is being used as input to the hydrological model.

KEYWORDS: hydrologic model, water supply, sediments

DIMENSIONADO DE DEPÓSITOS EN SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES

G. López Patiño¹, F.J. Martínez Solano, V.S. Fuertes Miquel, X. V. Delgado Galván

¹ Centro M.M. Fluidos (Universidad Politécnica de Valencia) – Camino Vera s/n – Valencia - 46022 – España – Tel. +34 963879890 – Fax: +34 963877981- e-mail: glpatin@gmmf.upv.es.

RESUMEN

Los sistemas de aprovechamiento de lluvia domésticos se han recuperado como una opción alternativa de suministro a los consumos secundarios en edificios. Sin embargo, no se han desarrollado de la misma manera los criterios para el cálculo de los elementos que lo forman. Así, las recomendaciones de dimensionado que facilitan los fabricantes de depósitos de almacenamiento de lluvia carecen de cualquier rigor técnico. Lo que se presenta en este trabajo son dos metodologías de dimensionado de depósitos de lluvia, una de ellas basada en criterios funcionales y la otra en criterios económicos.

PALABRAS CLAVE: Aprovechamiento de lluvia, depósitos lluvia, ahorro de agua, hidroeficiencia.

ABSTRACT

The rainwater harvesting systems have been recovered as an alternative for water supply on secondary consumptions in buildings. However, criteria for the analysis of the elements that make up the system have not been developed in the same way. Thus, rainwater storage tanks manufacturers give methods to calculate the dimension of its elements with no technical precision. In this paper it is presented two methodologies for sizing rainwater tanks, the first based on functional criteria and a second one on economic criteria.

KEYWORDS: Rainwater harvesting, rainwater tanks, water conservation, water efficiency.

ADAPTAÇÃO DOS SISTEMAS URBANOS DE ÁGUA ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS**Maria Madalena Moreira¹, João Corte-Real²**

¹ Professora da Universidade de Évora – Colégio da Mitra, 7000 – ÉVORA – Portugal – e-mail: mmvmv@uevora.pt

² Professor da Universidade de Évora – Colégio da Mitra, 7000 – ÉVORA – Portugal – e-mail: jmcr@uevora.pt

RESUMO

As projecções dos impactes das alterações climáticas (ACs) mais importantes, à escala global, são o aumento da temperatura média, a variação da precipitação média e o aumento da frequência de eventos de precipitação extremos. Na região do Mediterrâneo projecta-se um decréscimo significativo da precipitação. As previsões dos impactes das ACs nas massas de água são de redução da água disponível e aumento da frequência e intensidade de eventos de situações hidrológicas extremas (secas e cheias), com importantes consequências ao nível ambiental. Do ponto de vista da Engenharia Hidráulica Urbana é importante ter consciência dos potenciais impactes das ACs nas disponibilidades hídricas para abastecimento e nas características do meio receptor das águas residuais tratadas, tendo em conta que no dimensionamento e gestão das obras hidráulicas, à escala dos sistemas urbanos de água, não têm sido tomadas em consideração as previsões das alterações dos caudais de dimensionamento e a variação dos consumos ou condições de funcionamento, consequência dos projecções das ACs. Este artigo pretende apresentar um conjunto de medidas de adaptação, que é necessário implementar no dimensionamento, exploração e gestão dos sistemas urbanos de água. É justificada a necessidade de introdução de um coeficiente de segurança para o dimensionamento de sistemas resistentes às alterações climáticas e a necessidade de rever as regras de exploração e índices de desempenho usados na avaliação dos sistemas de água, assim como na legislação e regulamentação existente.

PALAVRAS-CHAVE: Adaptação, alterações climáticas, impacte, sistemas urbanos de água

ABSTRACT

Main climate changes projections at global scale are average temperature rise, average rainfall variations and the increase in frequency of extreme rainfall values. In the Mediterranean region a considerable decrease in rainfall is being expected. The impacts in the water body are a reduction on water availability and more frequent extreme hydrological events, such as drought and floods, leading to considerable environmental damage. Water engineers should be conscious of the extent climate changes will affect the design and management of water related projects as water supply systems, bearing in mind expected changes in design flows, water consumption patterns or operation systems. In this paper the authors present adapting measures that should be contemplated in the dimensioning and management of water systems. A safety coefficient must be adopted in the dimensioning climate change resistant water systems. This paper also suggests that operation rules and performance factors commonly used in the evaluation of water supply systems need to be questioned as well as the present legislation and regulations.

KEYWORDS: Adaptation measures, climate changes, impact, water supply systems

**IMPACTES DAS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS NA DISPONIBILIDADE DE ÁGUA
PARA O ABASTECIMENTO PÚBLICO**

Sandra Mourato¹, Maria Madalena Moreira²

¹ Departamento de Engenharia do Ambiente, Escola Superior de Tecnologia e Gestão - Instituto Politécnico de Leiria, Morro do Lena - Alto do Vieiro, Apartado 4163, 2411-901 Leiria, email: smourato@estg.ipleiria.pt

² Universidade de Évora. Largo dos Colegiais 2 7000 Évora. Telef. : 266 760823. Fax : 266760911; email: mmvmv@uevora.pt

RESUMO

Os diferentes modelos regionais ou globais de clima projectam para Portugal, principalmente para o Sul do País, a diminuição da precipitação média anual e o aumento da temperatura média anual. Neste cenário, a disponibilidade dos recursos hídricos será afectada.

Para a avaliação do impacte das alterações climáticas na disponibilidade dos recursos hídricos superficiais para abastecimento público e doméstico, é necessário seleccionar o modelo climático mais adequado à região em estudo, corrigir o viés com base nas observações de temperatura e precipitação locais e introduzir as séries corrigidas num modelo hidrológico.

Pretende-se neste trabalho apresentar uma metodologia de integração da informação dos modelos de clima, na gestão dos sistemas de abastecimento público, com destaque para a disponibilidade de água no futuro.

Foi aplicado um modelo de simulação à albufeira do Alvito de modo a determinar a disponibilidade de água para o abastecimento das populações no período de 2071-2100. Esta aplicação permitiu concluir sobre a necessidade de importação de água de modo a responder à necessidade de água.

PALAVRAS-CHAVE: Alterações climáticas, disponibilidade de água para abastecimento

ABSTRACT

The different Regional Climate Models or Global Circulation Models project for Portugal, mainly for the South Country, decrease in average annual rainfall and increasing in average annual temperature. For this scenario, the availability of water resources will be affected.

For the evaluation of the impact of climate change on the availability of surface water for public and domestic supply, it is necessary to select the most appropriate climate model to the region under study, correct the bias of temperature and precipitation based on observations and introduce the corrected series in a hydrological model.

In this work we intend to present a methodology for integrating the climate models information in the management of public water supply systems, with emphasis on the availability of water in the future.

We implemented a simulation model to the Alvito reservoir to determine the availability of water for the populations in the period of 2071-2100. This application allowed us to determine the need for importing water to meet the future water demand.

KEYWORDS: Climate change, Water supply availability

QUANTIFICAÇÃO DE TENDÊNCIAS EM SÉRIES DE PRECIPITAÇÃO MENSAL E ANUAL EM PORTUGAL CONTINENTAL**Santos, J. Filipe¹, Portela, M. Manuela²**

¹ Equiparado Assistente de 2º Triénio, Departamento de Engenharia, ESTIG, BEJA – PORTUGAL – e-mail: joaof.santos@estig.ipbeja.pt

² Professora do DECivil – Instituto Superior Técnico – Av. Rovisco Pais, 1049-001 – LISBOA – Portugal – e-mail: mgs@civil.ist.utl.pt

RESUMO

A mudança climática é apresentada cada vez com mais veemência como estando a ocorrer: já não se trata de um fenómeno esperado a curto prazo, mas antes de algo que se manifesta no presente, que interfere com a sociedade actual, pelos “excessos”, pelos “deficits” e pela imprevisibilidade que acarreta, designadamente, no que respeita a contextos relacionados com os recursos hídricos.

Nesse entendimento, espera-se que alguns dos efeitos atribuídos à mudança climática sejam detectáveis em séries temporais longas de variáveis hidro-climatológicas, pelo menos daquelas variáveis que mais directamente se relacionam com o clima, como sejam a precipitação e a temperatura.

No sentido de identificar tendências em séries hidrológicas efectuaram-se diversos estudos para Portugal, o mais recente dos quais incidiu sobre precipitações mensais. Concluiu-se, assim, existirem tendências para a diminuição da precipitação, sendo tais tendências especialmente acentuadas e generalizadas no mês de Março.

Em face da relevância das anteriores constatações e tendo-se verificado que a informação udométrica antes utilizada não cobria de modo uniforme a área de Portugal Continental, optou-se por retomar o tema mediante a consideração de um muito maior número de séries de precipitação mensal. Para o ano, mas especialmente para o mês de Março, em que as anomalias da precipitação são mais evidentes, são ainda apresentados elementos adicionais que permitem quantificar as variações da precipitação em qualquer ponto do País.

PALAVRAS-CHAVE: precipitações, tendências, teste de Mann-Kendall, declive de Sen, mudança climática

ABSTRACT

The climate change is more often presented as being already occurring: it is no longer a phenomenon expected in a short time, but instead a phenomenon with expression nowadays, that interferes with the present society by the “excess”, by the “deficit” and by the unpredictability that implies, namely in issues related with the water resources.

Accordingly, some of the effects of the climate change should be presented in long time series of some of the hydro-climatologic variables, at least of those variables more closely related with the weather such as the rainfall and the temperature.

Aiming at identifying trends in such series several studies were carried out for Portugal, the more recent one focused on monthly rainfall. Those studies showed that the rainfall exhibits decreasing trends, these trends being widely spread and especially notorious in March.

Due to the relevance of the previous circumstances and having concluded that the rainfall data utilized in the previous studies was not uniformly distributed over Portugal it was decided to go deeper in the subject by considering a much larger number of rain gages. At the annual level and especially for March where the trends are more evident, additional elements are also presented allowing quantifying the change in the amount of rain in any location of Portugal.

KEYWORDS: rainfall, trends, Mann-Kendall test, Sen slope, climate change.

**O MODELO AVSWAT PARA A DETERMINAÇÃO DE PERDA DE SOLO:
APLICAÇÃO NAS BACIAS DA REGIÃO DE LUIS ANTONIO - SP**

Victor Pioltine¹, Fernando das Graças Braga da Silva², Ricardo Tezini Minotti³, Silvio Crestana⁴ Francisco Antônio Dupas⁵, Frederico Fábio Mauad⁶

¹ Graduando em Engenharia Hidrica pela Universidade Federal de Itajubá, Av. BPS. 1303, Itajubá, MG, 37500-903 e-mail: vpiooltine@yahoo.com.br

² Professor Adjunto da Universidade Federal de Itajubá, Av. BPS. 1303, Itajubá, MG, 37500-903. e-mail: fernandobraga@unifei.edu.br

³ Doutorando em Ciências da Engenharia Ambiental, Av, Carlos Botelho, 1483, CEP:13560-250, e-mail: ricminoti@terra.com.br

⁴ Pesquisador da Embrapa Instrumentação Agropecuária e professor colaborador de Centro de Recursos Hídricos e Ecologia aplicada, Av, Carlos Botelho, 1483, CEP:13560-250, e-mail: crestana@cnpqdia.embrapa.br

⁵ Professor Adjunto da Universidade Federal de Itajubá, Av. BPS. 1303, Itajubá, MG, 37500-903. e-mail: dupas@unifei.edu.br

⁶ Professor Doutor da Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos; Av. Trabalhador São Carlense, 400 – São Carlos, SP - frederico.mauad@pq.cnpq.br

RESUMO

Em bacias hidrográficas a quantificação da produção de sedimentos é de suma importância. O processo erosivo pode afetar não somente na qualidade do meio ambiente, mas também na economia local, com isso, faz-se necessário à aplicação de um modelo matemático hidrossedimentológico com o intuito de quantificar a perda de solo por erosão e assim amenizar as suas consequências. Desta forma, este trabalho trata de uma aplicação preliminar do modelo hidrossedimentológico SWAT na estação ecologia do Jatay, que esta inseria no município de Luis Antonio – SP e no compartimento da Bacia Hidrográfica do Rio Mogi Guaçu.

PALAVRAS-CHAVE: Bacias hidrográficas, modelos hidrossedimentológicos, geoprocessamento

ABSTRACT

In Watershed the quantification of the production of sediments is a very important task. The erosion process can affect not only in the quality of the environment, but also in the local economy, with that, makes necessary the application of a model mathematical hydrosedimentologic with the intention of quantifying the soil loss for erosion and like this to liven up its consequences. This way, this work is about a preliminary application of the model hydrosedimentologic SWAT in the Station Ecology of Jatay, that this inserted in the municipal district of Luís Antonio - SP and in the compartment of the Watershed of River Mogí Guaçu.

KEYWORDS: Watersheds, hydro-sediment models, geo-processing

OS SERVIÇOS DA ÁGUA E AS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS. IMPACTOS E MEDIDAS DE ADAPTAÇÃO**Rodrigo Proença de Oliveira**

¹ Professor do DECivil – Instituto Superior Técnico – Av. Rovisco Pais, 1049-001 – LISBOA – Portugal – e-mail: rpo@civil.ist.utl.pt

RESUMO

As alterações climáticas têm impactos significativos na distribuição temporal e espacial da disponibilidade dos recursos hídricos, na qualidade da água e no risco de ocorrência de cheias e secas, a que acrescem efeitos indirectos resultantes de alterações das actividades económicas e sociais que podem agravar as pressões sobre o meio hídrico, designadamente através de um aumento da procura de água, de um aumento da quantidade de contaminantes afluentes ou de alterações do uso do solo. Os impactos sobre os recursos hídricos reflectem-se, por sua vez, sobre os sectores utilizadores da água, incluindo os ecossistemas aquáticos. Os serviços da água não ficarão imunes a este fenómeno. O artigo antecipa os impactos que as alterações climáticas poderão induzir nos sistemas de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais, em particular na Península Ibérica, uma das regiões da Europa onde estes impactos se farão sentir com mais intensidade. São também discutidas as linhas de orientação de possíveis estratégias de adaptação que as empresas responsáveis por estes serviços poderão adoptar para confrontar esta nova realidade climática.

PALAVRAS-CHAVE: Alterações climáticas, serviços da água, impactos e adaptação

ABSTRACT

Climate change will lead to significant changes in the runoff, aquifer recharge, flood and drought frequency and magnitude, as well as in the quality of the water resources. Water supply and wastewater disposal services will be affected by climate change, namely through the impacts on the availability, timing and variability of water supply and demand, as well as on changes of air and water temperature and of the mean sea level. The paper describes the possible impacts on these services, focusing in particular on the situation of the Iberian Peninsula, one of the European regions where the impacts are expected to be quite significant. The possible adaptation strategies to be adopted by the industry are also discussed.

KEYWORDS: Climate change, water services, impacts and adaptation.

T05 – Análise de Risco e Vulnerabilidade

RESÍDUOS E ÁGUAS EM UMA BACIA HIDROGRÁFICA URBANA. ESTUDO DE CASO: BACIA DE SÃO RAIMUNDO, MANAUS/AM - BRASIL

L. M. L. Marques¹, J. Berber, M. R. Carvalho

¹ Universidade UNINILTON LINS – Av. Prof. Nilton Lins, 3259 - Parque das Laranjeiras - Manaus - AM – C. Postal: 69058-030 - Brasil - Tel: +55 (92) 3083-3000 - Fax: +55 (92) 3083-3000 - e-mail: lislair@yahoo.com.br

RESUMO

A área urbana de Manaus abrange quatro bacias hidrográficas, todas contribuintes da grande Bacia do Rio Negro. Duas bacias encontram-se integralmente dentro da cidade, a Bacia do São Raimundo e Bacia do Educandos. O Rio Negro, que banha a orla sul da cidade, tem suas nascentes localizadas na depressão do Orenoco, percorrendo cerca de 1.550km até encontrar o Solimões, formando o Rio Amazonas, na baía do encontro das águas. As grandes transformações sofridas por Manaus, cuja população segundo o IBGE-2000 é de 1.644.690 hab, a partir da implantação da Zona Franca não foram acompanhadas por uma política de controle ambiental compatível com crescimento urbano. Ao longo desse processo, os cursos d'água que foram à cidade transformaram-se em depósitos de esgotos e resíduos sólidos urbanos. O estudo apresenta um diagnóstico das condições do saneamento da população residente na área da Bacia do São Raimundo que se localiza na área urbana da cidade de Manaus.

PALAVRAS-CHAVE: saneamento, resíduos sólidos, bacia hidrográfica urbana

ABSTRACT

Manaus urban's area encloses four hydrographic basins, all of them contributing with the big "Rio Negro's" basin. The Negro river reaches the south of the city, its source is located at the Orenoco's Depression and it runs for around 1.550 km until reaches the Solimões river, turning themselves together in the Amazon river. She has passed through many transformations in the last decades, and, due to the last available data it has around 1.644.690 inhabitants. Since the establishment of a Duty Free zone of commerce and a Fiscal incentive Programme for the industry, in the 60's, no Environmental Control politics has been put into practice compatible with this growth. During this process, the city's Rivers and creeks had become into a forced sewerage and depository of urban solid waste. This study intends to present a diagnostic of the sanitation situation of the population who live near the region of São Raimundo's basin, located in the urban area of Manaus, which will be the base for the decisions about the Integrate Management of solid waste and waters in the basin.

KEYWORDS: sanitation, solid waste, urban hydrographic basin

DETERMINACIÓN DE ZONAS DE RIESGO POR INUNDACIONES Y AVENIDAS TORRENCIALES

M. Moreno¹, G. Hernández, J. Saldarriaga, L. Yamín

¹ Centro de Investigaciones en Acueductos y Alcantarillados de la Universidad de los Andes - Carrera 1E No. 19^a-40, Bogotá – Colombia – Tel.: + (571) 339 4949 Ext. 2805 e-mail: **mario-mo@uniandes.edu.co**.

RESUMEN

En este artículo se presenta una metodología para la evaluación y zonificación de riesgo por inundaciones y avenidas torrenciales en Colombia. En la metodología se establece la información que debe ser recopilada, las herramientas a utilizar y el tipo de análisis que se debe realizar para generar los mapas de amenaza y de riesgo por inundación. La zonificación por inundaciones se realiza de acuerdo con los resultados obtenidos de la modelación matemática del cuerpo de agua y su planicie de inundación, de la profundidad de la lámina de agua y de la velocidad de flujo para diferentes períodos de retorno de los eventos de precipitación. Para generar el mapa de riesgo se tienen en cuenta los resultados de la modelación hidráulica y la información de los predios susceptibles de inundación. Por último se muestra un ejemplo de aplicación de la metodología en la Quebrada Limas de la ciudad de Bogotá, Colombia.

PALABRAS CLAVE: Inundaciones, Avenidas Torrenciales, Zonas de Amenaza, Zonas de Riesgo

ABSTRACT

In this paper a methodology for the evaluation and zoning of floods and torrential avenues risk in Colombia is presented. In the methodology establishes the information that should be gathered, the tools to be used, and the type of analysis that should be carried out to generate maps of flood hazard and risk. The zoning by flood risk is carried out according to the results obtained from the mathematical modeling of the body of water and its floodplain, of the water depth and of the flow velocity for different return period rains. In order to generate the map of risk, it is necessary to take into account the results of the hydraulic modeling and the information of the lands that are susceptible to flood. Finally, an example of the application of the proposed methodology in the Quebrada Limas (Bogotá, Colombia) is shown.

KEYWORDS: Floods, torrential avenues, flood hazard, flood risk

RISCO HIDROLÓGICO-ECONÓMICO DA PRODUÇÃO DE ENERGIA EM PEQUENAS CENTRAIS HIDROELÉTRICAS

Portela, M. Manuela¹, André, Sónia²

¹ Professora do DECivil – Instituto Superior Técnico – Av. Rovisco Pais, 1049-001 – LISBOA – Portugal – e-mail: mps@civil.ist.utl.pt

² Engenheira Civil, MARTIFER RENEWABLES – Av. D. João II, lote 1.17.03, Piso3, 1998–026 – LISBOA – Portugal – e-mail: sonia.d.andre@gmail.com

RESUMO

A caracterização e a apreciação da viabilidade económica de uma pequena central hidroeléctrica, PCH, são efectuadas normalmente no pressuposto de receita anual constante e igual à receita avaliada com base na produção de energia anual média. De modo a analisar as consequências – em termos do risco associado ao investimento – do anterior pressuposto, procedeu-se à caracterização das condições de produção em vinte e três hipotéticas PCHs, para o que foram aplicados algoritmos de simulação da exploração diária dessas centrais combinados com procedimentos de análise estatística. Os resultados obtidos demonstraram que o critério de projecto antes enunciado não é suficientemente preciso por muito mais frequentemente subestimar as receitas efectivamente esperadas.

PALAVRAS-CHAVE: pequena central hidroeléctrica, risco hidrológico-económico, variabilidade natural do regime de escoamento, receita acumulada atualizada.

ABSTRACT

The characterization and the economic appraisal of a small hydropower scheme, PCH, are generally based on the assumption of an annual energy income constant and equal to the income that results from the mean annual energy production. To appreciate the consequents – in terms of the risk of the investment – of the previous assumption, the energy incomes in twenty three hypothetical PCHs were evaluated, by applying simulation algorithms of the daily exploitation of those schemes combined with statistical approaches. The results thus achieved showed that the design criterion previously mentioned it is not accurate enough as it often underestimates the expected incomes.

KEYWORDS: small hydropower scheme, hydrologic-economic risk, natural variability of the flow regime, income present value.

DIMENSIONAMENTO ROBUSTO DE SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA**M.C. Cunha¹, J. Sousa**

¹ Departamento de Engenharia Civil – Pólo II da Universidade de Coimbra – Coimbra - 3030-290 – Fax: +351 239797173 e-mail: mccunha@dec.uc.pt

RESUMO

Nos últimos anos, especialmente depois dos acontecimentos de 11 de Setembro de 2001, nota-se uma grande preocupação com a vulnerabilidade das infraestruturas urbanas, nomeadamente com os sistemas de abastecimento de água. De facto estes sistemas estão expostos a várias situações que podem perturbar o seu bom funcionamento. Fenómenos naturais, falhas tecnológicas ou acidentes provocados por actos terroristas podem pôr em causa a resposta destes sistemas, levando a rupturas com consequências económicas e sociais graves. Assim, os decisores são confrontados com a tomada de decisões que permitam a estas infraestruturas responder “adequadamente” mesmo em situações adversas. Deve ser encarada uma gestão proactiva do risco através da qual, desde a fase de planeamento/design até à fase de operação, sejam tomadas decisões no sentido de otimizar a afectação dos recursos financeiros destinados às questões de segurança e de minimizar as consequências de eventos inesperados. Nesta comunicação apresenta-se um modelo baseado no conceito de optimização robusta que permite dar respostas no âmbito de uma gestão proactiva do risco. São apresentados os resultados da sua aplicação a um caso constante da literatura que permitem analisar o “trade-off” entre os ganhos de robustez e o aumento dos custos incorridos para tal fim.

PALAVRAS-CHAVE: Sistemas de abastecimento de águas, risco, gestão proactiva, optimização robusta

ABSTRACT

In the last years, especially after September 11 of 2001, a great concern about the vulnerability of urban infrastructures (among them the urban water distribution systems) is noticed. In fact, these systems are exposed to diverse situation that can disturb their performances. Natural hazards, technological failures, and accidents provoked by terrorism acts can disrupt such systems giving rise to important economical and social damages. A proactive risk management should be foreseen, since the planning/design phase until the operation phase, for optimizing the financial resources to security measures and minimizing the consequences of unexpected events. In this paper is presented a model based on robust optimization concepts that can help to obtain decisions in the scope of a proactive risk management. The results from its application to a case study of the literature are presented, enabling the analysis of the trade-off between gains in robustness and the corresponding increasing of costs.

KEYWORDS: Water supply systems, risk, proactive management, robust optimization

AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE BASEADA NA LÓGICA FUZZY PARA A GESTÃO OPERACIONAL DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUAV. Zidko¹, H. M. Ramos²

¹ Mestranda do DECivil, Instituto Superior Técnico - Av. Rovisco Pais, 1049-001- LISBOA - Portugal - e-mail: veruskaz@hotmail.com

² Professora do DECivil - Instituto Superior Técnico - Av. Rovisco Pais, 1049-001 - LISBOA - Portugal - e-mail: helena.amos@civil.ist.utl.pt

RESUMO

O presente trabalho visa o desenvolvimento de uma metodologia para um planeamento ordenado espacial e temporal da execução da manutenção preventiva e de emergência do sistema de abastecimento, através da aplicação de um modelo de hierarquia Fuzzy. Este modelo propõe a identificação de zonas, ou componentes, elementares do sistema através da atribuição de valores definidos para cada atributo/factores identificados. A importância relativa de cada atributo f é representada por funções de pertinência $\mu(r)$, onde r assume um valor no conjunto real R . Um operador fuzzy transforma as matrizes de oferta e procura em índices adimensionais, compatibilizando os critérios linguísticos aos atributos do problema. Esses índices, por sua vez, descrevem objectivamente o grau de desempenho do sistema aquando da ocorrência de uma falha. Para o efeito, identificam-se as vulnerabilidades do circuito hidráulico em pressão, tendo em conta as propriedades físicas dos seus componentes, bem como o seu comportamento dinâmico. Desenvolvem-se também índices de vulnerabilidade a partir da avaliação da rede de abastecimento para diferentes situações de funcionamento, tendo por base critérios de projecto e de operação.

PALAVRAS-CHAVE: infra-estruturas de abastecimento, avaliação da vulnerabilidade, lógica fuzzy, gestão operacional.

ABSTRACT

The present study aims at developing a methodology for an orderly spatial and temporal planning of the implementation of preventive maintenance and emergency system of water supply, through the application of a Fuzzy hierarchy model. This model proposes the identification of elementary zones, or components of the basic system by the allocation of values defined for each attribute / factors identified. The relative importance of each attribute f is represented by functions of relevance $\mu(r)$, where r assumes a value in all real R . A fuzzy operator transforms the matrices of offer and demand in non-sizing indexes, stating the criteria language to the attributes of the problem. These indexes describe objectively the level of performance of the system during the occurrence of a failure. For this, vulnerabilities are identified in the hydraulic pressure system, taking into account the physical properties of its components, as well as its dynamic behaviour. Indexes of vulnerability are also developed from the assessment of the supply network for different situations of operation, based on design criteria and operation.

KEYWORDS: water supply infrastructures, vulnerability assessment, fuzzy logic, operational management.

T06 – Controlo e Segurança de Infra-estruturas**MÉTODO PARA LOCALIZAR LOS POSIBLES PUNTOS DE ACUMULACIÓN DE GRANDES BOLSAS DE AIRE EN CONDUCTOS A PRESIÓN**

Oscar Pozos Estrada¹, Alejandro Sánchez Huerta², Eduardo A. Rodal Canales³, Yuri V. Fairuzov⁴

¹ Investigador Asociado - Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México - Circuito Interior de Ciudad Universitaria - Código Postal: 04510 - Ciudad de México - México - e-mail: opozose@ingen.unam.mx.
...ver DVD

RESUMEN

Las bolsas de aire atrapadas en acueductos reducen la sección efectiva de paso del agua, causando un incremento en la pérdida de carga, e incluso pueden llegar a bloquear por completo el flujo. Aunque varios investigadores han estudiado el fenómeno del aire atrapado en acueductos, no existe una expresión analítica universalmente aceptada para analizar el comportamiento del aire en conductos a presión. Por lo tanto, en el presente artículo se propone un método para localizar los puntos de los acueductos, donde el aire podría acumularse. Para validar el método propuesto se llevo a cabo investigación teórica-experimental. La metodología aquí presentada puede ser aplicada para analizar acueductos en servicio, así como aquellos que se encuentran en la fase de diseño. Este método ha sido utilizado para estudiar problemas de aire atrapado en acueductos de México, y las soluciones propuestas han permitido un mejor funcionamiento de estos sistemas.

PALABRAS CLAVE: Acueductos, bolsa de aire, burbuja de aire, pendiente descendente, aire atrapado

ABSTRACT

Air pockets in pipelines can reduce the effective pipe cross section of the flow of water, causing an increase of energy losses. Air accumulated at high points of pipelines may lead to the complete blockage of the conduit. Although several researchers have studied this phenomenon, air binding is still commonly found in aqueducts, due to the lack of well accepted analytical relationships to predict the behavior of air bubbles and air pockets in pipelines. This problem is addressed in this study. An analytical method is proposed to find the air pockets located at high points of pipelines. Experimental and theoretical investigations have been carried out to validate the proposed method. The methodology can be used either to analyze the transport of air in existing pipelines or to prevent its occurrence in new pipelines from design stage. The method has been used to analyze the movement of entrapped air in Mexican pipelines, the proposed solution have allowed a better performance of these systems.

KEYWORDS: Pipelines, air pocket, air bubble, downward sloping pipe, entrapped air

UTILIZACIÓN DE TÉCNICAS CFD PARA CARACTERIZACIÓN DE VENTOSAS DE ADMISIÓN Y EXPULSIÓN DE AIRE

Pedro L. Iglesias Rey¹, Vicente S. Fuertes Miquel², F. Javier Martínez Solano³, Francisco J. García Mares⁴

¹ Profesor de Mecánica de Fluidos – CMMF – Universidad Politécnica de Valencia – Camino de vera s/n – 46022 VALENCIA – España – e-mail: piglesia@gmmf.upv.es

...ver DVD

RESUMEN

La caracterización del comportamiento de las ventosas durante los procesos de admisión y expulsión de aire es fundamental para diseñar correctamente las instalaciones de abastecimiento de agua. Los ensayos de laboratorio para la caracterización de ventosas son costosos, fundamentalmente por las enormes cantidades de aire necesarias y el tamaño de los compresores de aire requeridos. En este trabajo se presenta la utilización de las técnicas de análisis mediante CFD (Computational Fluid Dynamics) como alternativa para la determinación de las características de una ventosa. Se analiza así el comportamiento de una ventosa comparando los resultados del análisis computacional con los obtenidos mediante ensayos de laboratorio. Finalmente se analiza la influencia que tienen diferentes modelos de turbulencia en la representación del comportamiento del aire por el interior de la ventosa, mostrando la bondad de los modelos k- ϵ para predecir la curva característica de la ventosa. La metodología empleada puede ser extrapolada para otro tipo de ventosas o incluso para otro tipo de elementos cuya caracterización experimental sea compleja.

PALABRAS CLAVE: CFD, ventosas, transitorios, modelación dinámica.

ABSTRACT

The characterization of the air valves behaviour during the processes of admission and expulsion of air is essential to properly design water supply systems. Testing laboratory for the characterization air valves are expensive, mainly by the huge amounts of air required and the size of air compressors required. In this paper we present the use of analytical techniques with CFD (Computational Fluid Dynamics) as an alternative for determining the characteristics of an air valve. We analyze then the behaviour of an air valve comparing the results obtained with computational analysis with those obtained by laboratory tests. Finally, it discusses the impact in the use of different models of turbulence in the representation of the air behavior through the internal air valve, showing the goodness of the K- ϵ models to predict the characteristic curve of an air valve. The methodology can be extrapolated to other types of air valves or even to other elements whose experimental characterization is complex.

KEYWORDS: CFD, air valves, hydraulic transients, dynamic modelling

METODOS NO DESTRUCTIVOS PARA LA MEJORA DEL RENDIMIENTO DE UNA RED HIDRÁULICA: CASOS DE ESTUDIO CON EL GEORADAR

Mario Tavera¹, Rafael Pérez García¹, Idel Montalvo Arango¹, Petra Amparo López Jimenez¹

¹ Universidad Politécnica de Valencia – Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente – Centro Multidisciplinar de Modelación de Fluidos – Camino de Vera S/N – CP 46022 – Valencia (España) – Tel.: (+34) 96 3879890 – Fax: (+34) 96 3877981. Email: mata4@doctor.upv.es, {[rperez](mailto:rperez@gmmf.upv.es); [imontalvo](mailto:imontalvo@gmmf.upv.es); [palopez](mailto:palopez@gmmf.upv.es)}@gmmf.upv.es

RESUMEN

En esta contribución se evalúa el georadar como método no destructivo para la mejora del rendimiento de una red hidráulica urbana. Se expondrán las variadas posibilidades de uso que se tienen, y también las modalidades para aprovechar al máximo de esta potente herramienta. Las principales aplicaciones que podemos hacer del georadar en hidráulica son dos: la localización puntual de las fugas y la localización de las tuberías mismas en el caso de que se desconozca su posición relativa. Según la conveniencia se puede utilizar bien como método alternativo o bien como complementario con respecto a otros equipos más convencionales. El georadar tiene su ventaja en el ser independiente del tipo de material de la tubería (plástico, metal, hormigón etc.), teniendo por otra parte sus limitaciones en el tipo de subsuelo encontrado. En el presente trabajo se detallan casos de estudio en laboratorio o directamente en campo que muestran las respuestas del georadar en función de diferentes condiciones de trabajo, ofreciendo una casuística amplia y completa.

PALABRAS-CLAVE: Georadar, métodos no-destructivos, fugas de agua, localización tuberías enterradas.

ABSTRACT

In this research the georadar is evaluated as a non-destructive method to improve a hydraulic urban network performance. Several applications of it will be explained, and also the best way to use this powerful tool. The main georadar applications, in hydraulics, are two: the location of leaks and pipes detection, in the case its relative position is unknown. According to the need, it is possible to use it as alternative method as well as complementary one in comparison to other more conventional equipments. The georadar advantage consists in being not dependent on the type of pipeline material (plastic, metal, concrete etc.), being on the other hand its limitations the subsoil type. In the present work, different cases of study are detailed in laboratory or directly in field that show the georadar answer depending on different conditions of work and offering a wide and complete casuistry.

KEYWORDS: Ground Penetrating Radar, non-destructive methods, water leaks, buried pipes detection.

ESTUDIO SOBRE LA MODELACIÓN DE DEFECTOS EN TUBERÍAS

J. Jesús Mora R.¹, P. Amparo López J.², Xitlali V. Delgado G.³, Carlos D. Alonso G.⁴.

¹Estudiante de doctorado - Centro Multidisciplinar de Modelación de Fluidos - Universidad Politécnica de Valencia - Camino de Vera S/N - CP 46022 - Valencia - España - josmorod@doctor.upv.es

...ver DVD

RESUMEN

Se presenta un estudio en el que se relacionan las principales características físicas que provocan caudales que circulan a través de los fallos o defectos en tuberías. Por un lado, se ha recopilado información referente a los estudios de los principales defectos de tuberías según su material, que se utilizan en las redes de distribución y abastecimiento de agua. Se han revisado trabajos de investigación en los que se analizan diversas causas por las cuales las tuberías pueden llegar a fallar y con ello se han identificado los tipos de fallos asociados a su entorno y al material de la tubería. Por otro lado, se han considerado diversos estudios en los que se analizan los caudales tanto fugados como de intrusión, basados en la variación de la presión, utilizando tanto la teoría de caudales a través de orificios y la teoría de descarga de área fija y variable. Finalmente se presentan las relaciones entre los defectos de tuberías con los rangos del coeficiente que hacen variar los caudales a través de los fallos tanto para fugas como para intrusiones. Se hace un planteamiento de las posibles investigaciones futuras.

PALABRAS CLAVE: Fallos en tuberías, fugas, intrusión patógena.

ABSTRACT

A study is presented describing the main physical characteristics that prompted flows that circulate through the failures or defects in pipes. On one hand, the compilation of information to study main defects of pipe materials, pipes that are used in distribution networks and water supply. Research documents have been reviewed in which different causes of pipe failures are analyzed, so that the types of failures have been identified depending on surrounding and pipe material. On the other hand, we analyse studies in which the leakage and intrusion flows are related to variation of pressure, using the volumes through orifices theory and fixed and variable area discharge paths theory. Finally, we depict the relations between the defects of pipes with ranks of coefficient that make vary the flow through the failures on leaks and intrusions. Possible future investigations are considered.

KEYWORDS: Pipes failures, leaks, pathogen intrusion.

ANÁLISE DA PROTECÇÃO AOS EFEITOS DINÂMICOS NO SISTEMA ELEVATÓRIO DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS DE LISBOA: ZONA BAIXA DE ALCÂNTARA

Helena M. Ramos¹, Dídía Covas¹, A. Borga², A. Betâmio de Almeida¹

¹ Professores do DECivil – Instituto Superior Técnico (IST) – Av. Rovisco Pais, 1049-001 – LISBOA – Portugal – e-mails: hr@civil.ist.utl.pt, didia@civil.ist.utl.pt, aba@civil.ist.utl.pt

² Professor do ISEL - LISBOA – Portugal – e-mail: aborga@sapo.pt

RESUMO

Na sequência de instabilidades ocorridas no funcionamento do sistema elevatório de drenagem de águas residuais de Lisboa (zona baixa de Alcântara), quando associadas ao arranque e paragem do(s) grupo(s) elevatório(s), procedeu-se ao estudo e re-análise do seu funcionamento mediante a identificação de potenciais problemas e das respectivas causas e a apresentação de recomendações que melhorem o desempenho do sistema.

Após uma primeira consulta foram efectuadas simulações computacionais para uma análise prévia do comportamento do sistema. Contudo existiam algumas incertezas na estimativa de alguns parâmetros. Foi possível obter mais informação junto dos operadores e nas visitas ao local da Estação Elevatória (EE3). Após o levantamento detalhado do sistema com todos os constrangimentos inerentes procedeu-se à simulação do sistema com protecção através de válvula de alívio e com ventosas distribuídas ao longo do circuito hidráulico como protecção adicional à ocorrência de cavitação.

O estudo compreende quatro componentes principais: ensaios na estação elevatória; simulação computacional do sistema, para diferentes condições de funcionamento; identificação de possíveis causas de instabilidade; recomendações para um melhor desempenho.

Na análise do comportamento dinâmico do sistema apresenta-se o tipo de protecção mais adequado às condições locais, assim como as vantagens associadas à sua utilização.

PALAVRAS-CHAVE: protecção e controlo, sistemas de drenagem, sistema elevatório, águas residuais.

ABSTRACT

After instabilities occurring in the operation of the drainage pumping system wastewater of Lisbon (low area of Alcântara), when associated with the start-up and trip-off of the pump group (s), it is developed a study and re- analysis of its operation by identifying potential problems and their causes and it was presented some recommendations to improve the system performance.

After initial analyses, several computer simulations were developed for a prior analysis of the hydraulic behaviour of the system. However there were some uncertainties in the estimation of some parameters. It was possible to obtain more information from the operators and based on visits to the pumping-station (EE3).

The study comprises four main components: field tests in the pumping-station, computer simulations of the system, for different operating conditions, identification of possible causes of instability, recommendations for better performance.

In the analysis of the dynamic behaviour of the system it is presented the dynamic protection best suited to the local conditions, as well as the benefits associated with its use.

KEYWORDS: protection and control, drainage system, pumping system, wastewater.

**GOLPE DE ARIETE GENERADO CUANDO SE PRODUCE EL CIERRE
BRUSCO DE LA VENTOSA Y SU INFLUENCIA EN EL CORRECTO
DIMENSIONADO DE LA MISMA**

Vicente S. Fuertes¹, Pedro L. Iglesias¹, Joaquín Izquierdo¹, Idel Montalvo¹

¹ Profesor Titular – Universidad Politécnica de Valencia – Centro Multidisciplinar de Modelación de Fluidos (CMMF) – Camino de Vera, s/n, CP 46022 – Valencia (España) – e-mail: vfuentes@gmmf.upv.es

RESUMEN

La presencia de aire en los sistemas de abastecimiento de agua es, en muchos casos, inevitable. El aire se introduce en las tuberías por motivos muy diversos y es la causa de numerosos problemas, pudiendo llegar incluso a ser catastróficos para la instalación. Una buena solución para evitar los problemas derivados de la presencia de aire es la utilización de ventosas. Los fabricantes suelen facilitar sus curvas características (relación entre el caudal de aire admitido o expulsado y la diferencia de presiones) en forma gráfica. Las ventosas de gran orificio deben seleccionarse con sumo cuidado para evitar problemas durante su funcionamiento. Efectivamente, interesa una elevada capacidad de admisión para limitar la depresión y una capacidad de expulsión controlada para evitar golpes de ariete indeseados. Así pues, la ventosa deberá permitir la salida de aire, pero limitando la velocidad a un valor que produzca una sobrepresión aceptable cuando la columna de agua llegue a la ventosa y ésta cierre bruscamente.

PALABRAS CLAVE: Aire atrapado, ventosas, dimensionado de elementos, sistemas de abastecimiento de agua, transitorios hidráulicos.

ABSTRACT

The presence of air in water supply systems is, in many cases, unavoidable. The air develops into the pipes due to very different reasons and causes a big number of problems, which can become even catastrophic for the installations. A good solution for avoiding these problems is the use of air valves. Most manufacturers provide the graphic behavior of their air valves by means of curves representing head losses vs. air flow through the valve. Large orifice air valves must be carefully sized in order to avoid function problems. In effect, it is necessary that they exhibit great intake capacity to laminate low pressures but, at the same time, controlled venting capacity to avoid unwanted water hammer effects. As a consequence, air/vacuum valves should allow air out the pipe but at limited speed to prevent water being slammed when air is eventually released, what would develop unacceptable shocks or water hammer conditions.

KEYWORDS: Entrapped air, air valves, elements sizing, water supply systems, hydraulic transients.

T07 – Modelação Matemática como Instrumento de Apoio ao Projecto

ANÁLISE HIDRÁULICA DE SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA UTILIZANDO O MOC-EPANET

Alexandre K. Soares¹, Luisa F. R. Reis², Dídia I. C. Covas³

¹ Pós-Doutorando, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa (UTL), Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa, Portugal. E-mail: aksoares@gmail.com

² Professora Titular, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, Av. Trabalhador São-carlense 400, 13566-590 São Carlos, SP, Brasil. E-mail: fernanda@sc.usp.br

³ Professora Auxiliar, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa (UTL), Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa, Portugal. E-mail: didia.covas@civil.ist.utl.pt

RESUMO

Modernas técnicas computacionais têm possibilitado a análise dos sistemas de distribuição de água sob uma larga variedade de condições de fluxo. Muitos refinamentos e aperfeiçoamentos têm sido implementados com reflexos diretos sobre a precisão e a eficiência dos modelos. A análise dos transitórios hidráulicos tem se revelado especialmente útil não somente aos propósitos de dimensionamento de tubulações e dispositivos de segurança, mas também à operação, calibração e detecção de vazamentos em sistemas de distribuição de água, devido a sua capacidade de reprodução das condições dinâmicas do sistema. Neste trabalho, é proposto um modelo hidráulico para análise de sistemas de distribuição de água sujeitos a eventos transitórios, o qual combina o Método das Características (MOC) com o simulador EPANET 2, utilizado para inicialização das variáveis de estado. São realizadas avaliações sobre a convergência para o estado permanente, considerando manobra de válvula e formulações explícita e implícita para o cálculo dos vazamentos.

PALAVRAS-CHAVE: Modelos hidráulicos, escoamento transitório, vazamentos, sistemas de distribuição de água.

ABSTRACT

Modern computational tools have enabled to analyze water distribution systems under a wide variety of flow conditions. Refinements and improvements have been carried out in terms of model accuracy and efficiency. Analysis of hydraulic transients has been particularly useful not only for specification of surge protection devices and selection of pipe material and pressure classes, but also for operation, calibration and leak detection purposes in water distribution systems, due to their capability to reproduce the dynamic behaviour of such systems. In this study, a transient solver has been proposed for water distribution systems analysis during hydraulic transient events. Such hydraulic model combines the Method of Characteristics (MOC) with EPANET 2 solver, which is used for the initialization of dependent variables. Evaluations on convergence to steady-state conditions have been carried out considering valve manoeuvre as well as explicit and implicit formulations for leak analysis.

KEYWORDS: Hydraulic models, transient flow, leaks, water distribution systems.

MODELAGEM DE TRANSITÓRIOS HIDRÁULICOS EM SISTEMAS ADUTORES POR BOMBEAMENTO

Alexandre K. Soares¹, Nuno Melo², Fábio V. Gonçalves³, Dídya I. C. Covas⁴, Helena M. Ramos⁵

¹ Pós-Doutorando, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa (UTL), Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa, Portugal. Tel.: +351 21 8418149, Fax: +351 21 8418150. E-mail: aksoares@gmail.com
...ver DVD

RESUMO

O presente trabalho incide na análise dos regimes transitórios induzidos pela paragem súbita de um grupo motobomba num sistema de adução. Foram realizados ensaios de campo, com medições de vazão e pressão durante os regimes transitórios no sistema adutor por bombeamento Prado-IPG, localizado na cidade da Guarda, Portugal, e explorado pela entidade gestora Águas do Zêzere e Cóa. A estação elevatória do Prado é composta por cinco grupos motobomba em paralelo e a adutora principal é de ferro fundido dúctil com comprimento total de 2241 m. As medições de pressão durante os regimes transitórios foram comparados com os resultados obtidos por simulações hidráulicas. Foi observado um bom ajuste dos resultados numéricos aos dados coletados em termos do amortecimento e desfazamento das ondas de pressão apenas quando os efeitos devidos ao atrito em escoamento transitório foram levados em consideração no modelo matemático e a condição de contorno de jusante era corretamente definida. A última seção da adutora foi descrita numericamente por um pequeno tanque de nível variável e descarga livre para a atmosfera no reservatório. A presença de consideráveis variações nos níveis de água em tal condição de contorno de jusante produz alívio das pressões máximas ao longo da adutora e em particular imediatamente a jusante da válvula de retenção do grupo motobomba, além de mudanças na forma das ondas de pressão.

PALAVRAS-CHAVE: Paragem de grupo motobomba, transitórios hidráulicos, sistema adutor, ensaios de campo.

ABSTRACT

In this study, transient flows caused by a pump stoppage in a water pipeline system have been analyzed. Field tests have been carried out in order to collect pressure and flow rate data during hydraulic transients in Prado-IPG pumping system, managed by Zêzere and Cóa Water, and located in the city of Guarda, Portugal. The Prado pumping station is composed of five parallel groups and the rising main is composed of cast iron pipes with a total length of 2241 m. Transient pressure data have been compared with results obtained by the hydraulic transient solver. It was observed a good fitting of the numerical results to the collected data in terms of damping and phase shift of pressure waves, only when unsteady friction effects were taken into account and the downstream end boundary condition was correctly defined. The final section of the pipeline was numerically described as a small receiving tank with a variable level and a free discharge into the reservoir. The presence of considerable variation in water levels in such downstream boundary condition produces relief of the maximum pressure in the pipeline, particularly immediately downstream the check valve, and changes the shape of the pressure waves.

KEYWORDS: Pump trip-off, hydraulic transients, pipeline system, field tests.

MODELAGEM COMPUTACIONAL DE VENTOSAS COMO MECANISMO DE ALÍVIO DO TRANSIENTE HIDRÁULICO EM ADUTORAS DE RECALQUE UTILIZANDO O SOFTWARE UFC6

Fernando Peroba Júnior¹, Marco Aurélio Holanda de Castro², John Kenedy de Araújo³.

¹ Engenheiro Civil, Mestre em Recursos Hídricos e doutorando pela Universidade Federal do Ceará. Campus do Pici, CEP-60445-760. Bloco 713. Fortaleza-Ceará. E-mail:

fperoba@bol.com.br.

² Professor Associado do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Universidade Federal do Ceará. Campus do Pici, CEP-60445-760. Bloco 713. Fortaleza-Ceará. e-mail:

marco@ufc.br.

³ Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Universidade Federal do Ceará. Campus do Pici, CEP-60445-760. Bloco 713. Fortaleza-Ceará. e-mail:

kenedy@ufc.br.

RESUMO

Durante o escoamento transiente em uma adutora de recalque o ar dissolvido na água é transportado, acumulando-se nos pontos mais altos da tubulação. Este fato acarreta o surgimento de cavidade que, além de reduzir a eficiência do escoamento, provoca pressões negativas que podem levar a estrutura ao colapso. As ventosas são mecanismos de alívio do Golpe de Aríete que trabalham expulsando o ar acumulado presente nos pontos altos ou admitindo a entrada de ar quando a carga piezométrica cai abaixo da cota, trazendo as pressões mínimas para próximas da atmosférica. Neste trabalho, foram feitas simulações do transiente hidráulico com ventosas aplicadas aos nós de maior cota, utilizando-se o software UFC6 produzido no Laboratório de Hidráulica Computacional da Universidade Federal do Ceará.

PALAVRAS-CHAVE: Transiente Hidráulico, mecanismo de alívio, ventosas.

ABSTRACT

While transient flow is occurring inside a pipeline air dissolved in the water is transported, accumulating in the highest points of the geometry. This fact cause appearance of cavity which affect the flow by decreasing the cross-sectional area and my also cause negative pressures. Air-inlet valves are devices, which decrease the effect of the water hammer expelling air entrapped in these highest points or admitting the entrance of air when the head drops below the quota. As consequence, negative pressures may be brought to atmospheric pressure. These work present computer simulations of the effect of air valves in the water hammer phenomenon in side pipelines. This study uses the software UFC6 mode by the Computational Hydraulics Laboratory of the Universidade Federal do Ceará.

KEYWORDS: Waterhammer, device of relief, air in-let.

LA ALTERNATIVA DE LA PSO COMO TÉCNICA DE OPTIMIZACIÓN EN EL CAMPO DEL AGUA

Joaquín Izquierdo¹, Idel Montalvo², Rafael Pérez³, Mario Tavera⁴

¹ Profesor – Centro Multidisciplinar de Modelación de Fluidos – Universidad Politécnica de Valencia – Cno. de Vera, s/n, 46022 Valencia – e-mail: jizquier@gmmf.upv.es

... ver DVD

RESUMEN

La denominada Particle Swarm Optimization (PSO), una técnica de optimización evolutiva ya perfectamente establecida, se presenta aquí como una interesante alternativa aplicable a distintos problemas de importancia industrial en el campo del agua. El diseño de redes de distribución y de evacuación de agua, la calibración de una red y la identificación y detección de fugas pueden ser abordados mediante PSO. La variante que utilizamos aquí evita un par de problemas asociados a la PSO original. Por un lado, se adapta para considerar problemas de optimización mixtos incluyendo variables continuas y discretas, como lo exigen los problemas aquí considerados. Por otro lado, dota al algoritmo de diversidad mejorada, uno de los problemas de la PSO original, manteniendo buenos niveles de diversidad en la población y, consecuentemente, equilibrando las búsquedas global y local. La actuación de la variante que proponemos aquí se muestra aplicándola a (i) el diseño de dos redes de distribución de agua; (ii) el diseño de una red de evacuación y (iii) la calibración e identificación de fugas en un sistema de distribución de agua. Los resultados que se obtiene muestran mejoras importantes tanto en las características de convergencia como en la calidad de las soluciones finales.

PALABRAS CLAVE: Optimización evolutiva, Particle Swarm Optimization, problema NP-hard, distribución y evacuación de agua

ABSTRACT

Particle Swarm Optimization (PSO), a very well established evolutionary optimization technique, is applied to different problems of industrial interest in the Water Industry. The design of both Water Distribution and Wastewater Systems, the calibration of a network and the identification and detection of leaks can be easily addressed by means of PSO. The PSO derivative we consider here overcomes two typical features of this optimization technique. For one thing, it is adapted to consider mixed integer-continuous optimization since the problems we tackle here involve the use of both continuous and discrete variables. For the other, one of the main drawbacks associated with PSO comes from the fact that it is difficult to keep good levels of population diversity and to balance local and global searches. The performance of the variant herein proposed is investigated by applying the model (i) to the design of two water distribution networks; (ii) to the design of a wastewater network and (iii) to the calibration and identification of leaks in a water distribution network. The obtained results show considerable improvements regarding both convergence characteristics and the quality of the final solutions.

KEYWORDS: Evolutionary Optimization, Particle Swarm Optimization, NP-hard problem, Water supply and wastewater systems

LAS REDES MALLADAS DE ABASTO NO SON MÁS CARAS (1ª PARTE)**José Bienvenido Martínez Rodríguez¹**

¹ Centro de Investigaciones Hidráulicas (CIH)-Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría” (CUJAE)- Marianao, La Habana, Cuba- e-mail: bienvenido@cih.cujae.edu.cu

RESUMEN

Las ventajas económicas de las redes malladas no han sido explícitamente consideradas en la función objetivo de los modelos de optimización que aparecen en la literatura especializada. Este trabajo introduce una nueva formulación que pretende encontrar una solución práctica a este problema. Esta nueva formulación presenta un modelo de programación no lineal que se resuelve con las técnicas del cálculo diferencial clásico y la técnica numérica de Newton-Raphson. Se muestra un ejemplo sencillo que muestra cómo una red mallada puede ser menos costosa que una red ramificada. La investigación habitual en este campo generalmente optimiza una red para una demanda de diseño fijada a priori. Además, por otra parte, no se ha establecido hasta ahora cuál es el valor que debe especificarse para la confiabilidad deseada en el comportamiento de la red. El presente trabajo introduce también una metodología capaz de obtener no solo el valor adecuado para la confiabilidad de una red mallada sino también cuál es la demanda de diseño apropiada sobre la base de un detallado análisis de costos. Un segundo ejemplo ilustra el resultado de esta metodología.

PALABRAS CLAVE: análisis económico, diseño de redes, confiabilidad, optimización, abasto de agua

ABSTRACT

The economic advantages of a looped network have not been explicitly considered in the objective function of optimization models found in the literature. This paper introduces a new formulation and methodology in an attempt to give a practical solution to this problem. The new formulation consists of a non-linear optimization model which is solved by classical differential calculus and the Newton-Raphson technique. An example shows how the looped network can be less costly than a branched one. Previous research usually optimizes the network for a given design demand. Also the value that should be specified as the desired network reliability has not been reported so far. This work introduces a methodology to obtain not only an adequate value for the reliability of a looped network but also the appropriate design demand as well based on a thorough cost analysis. A second example illustrates the detailed performance of this methodology.

KEYWORDS: economic analysis, network design, network reliability, optimization, water supply.

LAS REDES MALLADAS DE ABASTO NO SON MÁS CARAS (2ª PARTE)**José Bienvenido Martínez Rodríguez¹**

¹ Centro de Investigaciones Hidráulicas (CIH)-Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría” (CUJAE)- Marianao, La Habana, Cuba- e-mail: bienvenido@cih.cujae.edu.cu

RESUMEN

En la primera parte de este trabajo se muestra que las ventajas económicas de una red mallada pueden revelarse explícitamente si se introduce un término, sobre costo de fallo, en la función objetivo de un modelo de optimización. Con un ejemplo se ilustró cómo una red mallada puede ser menos costosa que una ramificada. Adicionalmente, se introdujo una metodología para obtener no solo un valor adecuado para la confiabilidad de una red mallada sino también la demanda de diseño apropiada, todo a partir de un análisis de costos. En esta segunda parte se expone una visión más profunda sobre la comparación entre redes malladas y ramificadas mediante la aplicación de dicha metodología a ambos tipos de redes y comparando los resultados en términos de costo y de confiabilidad. Se incluyen también algunas consideraciones sobre distintas definiciones existentes de confiabilidad.

PALABRAS CLAVE: análisis económico, diseño de redes, confiabilidad, optimización, abasto de agua

ABSTRACT

The first part of this work shows that the economic advantages of a looped network can be explicitly revealed by introducing a failure-cost term in the objective function of an optimization model. An example there illustrated how a looped network could be less costly than a branched one. A methodology was introduced in the first part to obtain not only an adequate value for the reliability of a looped network but also the appropriate design demand based on cost analysis. This second part presents a deeper insight into the comparison between looped and branched networks by applying the methodology to both types of networks and comparing the results in terms of cost and reliability. Considerations regarding available reliability definitions are also included.

KEYWORDS: economic analysis, network design, network reliability, optimization, water supply.

LAS REDES MALLADAS DE ABASTO NO SON MÁS CARAS (3ª PARTE)**José Bienvenido Martínez Rodríguez¹**

¹ Centro de Investigaciones Hidráulicas (CIH)-Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría” (CUJAE)- Marianao, La Habana, Cuba- e-mail: bienvenido@cih.cujae.edu.cu

RESUMEN

La optimización de redes malladas de abasto de agua ha recibido gran atención por los investigadores en los últimos 30 años. Como el problema clásico de optimización de la red mallada es matemáticamente no-convexo y multimodal, la solución resultante de la mayoría de los enfoques es incierta al no saber cuán cerca se está de la “mejor” solución. En muchos casos se está buscando esta solución “mejor” o “global” de forma intuitiva y sin tener claro su significado. Esta tercera parte discute el significado de la solución “global” y el papel que puede representar la distribución de los flujos en las tuberías para enfrentar la no-convexidad y la multimodalidad en un nuevo contexto. Este nuevo contexto se expuso en la primera parte, al formular una nueva función objetivo capaz de demostrar que una red mallada puede competir económicamente con una red ramificada. En consecuencia, se argumenta ahora la conveniencia de un enfoque, que trabaja con flujos y cargas piezométricas como variables de decisión, y se enumeran sus ventajas en el marco de los nuevos conceptos. Dada su vinculación con lo expuesto, se estudia el tema de la máxima entropía de manera crítica y se incluye un ejemplo para su comparación con el enfoque propuesto.

PALABRAS CLAVE: distribución de flujo, red mallada, diseño de redes, optimización, abasto de agua.

ABSTRACT

Optimization of water supply looped networks has received a great deal of attention by researchers in the last 30 years. As the classical water-supply looped-network optimization problem is mathematically non-convex and multimodal, the resulting solution of most approaches is uncertain in the sense of how close it is to the “best” solution. In many cases, this “best” or “global” solution is invoked and pursued only intuitively without a clear understanding of its meaning. This paper discusses what is involved in “global” solutions and the role that pipe flow distribution can play to deal with non-convexity and multimodality in a new context. The author has introduced this new context recently after formulating a new objective function capable of finding a looped network that can be economically more attractive than its related branched one. Therefore, the convenience of an approach dealing with flows and heads, as relevant decision variables, is encouraged in this paper and its advantages enumerated under the new concepts. The entropy approach is studied critically and an example is provided for comparison with the proposed approach

KEYWORDS: flow distribution, looped networks, network design, optimization, water supply.

**ANÁLISE COMPARATIVA DE CALIBRAÇÃO DE RUGOSIDADES ENTRE O
MÉTODO ITERATIVO DO GRADIENTE HIDRÁULICO ALTERNATIVO (MIGHA) E O
ALGORITMO GENÉTICO**

Luis Henrique Magalhães Costa¹, Valder Adriano Gomes de Matos Rocha², Magno Gonçalves da Costa³, Marco Aurélio Holanda de Castro⁴

¹ Engenheiro Civil, mestre em Recursos Hídricos pela Universidade Federal do Ceará (UFC), doutorando em Recursos Hídricos pela UFC – CEARÁ – BRASIL – e-mail: lhenriquemc@hotmail.com

... ver DVD

RESUMO

O objeto desta pesquisa é realizar uma análise comparativa entre dois modelos de calibração de rugosidades de redes de abastecimento de água. No primeiro método, o algoritmo genético foi a ferramenta de otimização adotada. O segundo método é conhecido como Método Iterativo de Gradiente Hidráulico Alternativo (MIGHA), inicialmente desenvolvido para calibrar parâmetros hidrodinâmicos como, por exemplo, condutividade hidráulica em escoamentos subterrâneos, que foi adaptado neste trabalho para calibração das rugosidades. Para o balanceamento hidráulico da rede foi utilizada a biblioteca dinâmica do EPANET, reconhecido software de simulação hidráulica. A partir de uma rede hipotética, verificou-se que ambas as metodologias apresentaram resultados satisfatórios. Embora o algoritmo genético ter demandado um maior tempo computacional, os resultados desta metodologia apresentaram-se mais precisos. Por fim, recomenda-se a continuidade da pesquisa utilizando o MIGHA como método de calibração, pois o mesmo demonstrou resultados promissores neste primeiro estudo.

PALAVRAS-CHAVE: Calibração de rugosidades, Algoritmo Genético, MIGHA, EPANET

ABSTRACT

The main goal of this research is to develop a comparative analysis between two Methods of calibration of the real roughness of a Water Distribution System of Pipes, once the pressure is measured for some nodal points of the Network of pipes. The first Method uses the Genetic Algorithm as the optimization tool which was already used by some researchers in the past. The second calibration procedure applied is known as the Method of the Alternate Hydraulic Gradient (MIGHA) and this study used it for the first time for calibration of the real roughness of a Water Distribution System of Pipes. This Method was initially proposed to be used for calibration of hydrogeologic parameters (mainly hydraulic conductivity) of groundwater flow models. For both cases EPANET was used for hydraulic calculations. Both Methodologies successfully calibrated real roughness and although Genetic algorithm used much more computation time, the results using this methodology appeared to be slightly more accurate. Our main recommendation is the continuity of research using MIGHA as a calibration tool because it showed promising results in this first study.

KEYWORDS: Calibration of the roughness, Genetic Algorithm, MIGHA, EPANET

**UTILIZANDO UM MODELO DINÂMICO INERCIAL RÍGIDO PARA ANALISAR A
DISPERSÃO DE UM COMPONENTE EM SISTEMAS HIDRÁULICOS**

Luiz Fernando Resende dos Santos Anjo¹, Edevar Luvizotto Júnior², Lubienska Cristina Jaquiê Ribeiro

¹ Estudante de doutorado do Departamento de Recursos Hídricos da Faculdade de Engenharia Civil Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP – Cidade Universitária Zeferino Vaz, Barão Geraldo, C. P. 6021 – CEP 13083-970 – Campinas, São Paulo, Brasil – e-mail: lfr@fec.unicamp.br

² Professor do Departamento de Recursos Hídricos da Faculdade de Engenharia Civil Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP – Cidade Universitária Zeferino Vaz, Barão Geraldo, C. P. 6021 – CEP 13083-970 – Campinas, São Paulo, Brasil – e-mail: edevar@fec.unicamp.br

RESUMO

São descritas as etapas que objetivam a utilização da estrutura originalmente proposta por Todini e Pilati “método gradiente (MG)”, utilizado para análise em regime permanente em instalações a condutos forçados, na formulação de um modelo dinâmico inercial rígido (MDIR), para a análise de escoamentos transitórios lentos neste tipo de instalação. São apresentadas as bases teóricas para esta nova modelação, justificadas através do equacionamento geral do escoamento fluido em condutos forçados. As primeiras avaliações mostraram a possibilidade de utilização conjunta do MG com MDIR, ou de maneira isolada utilizando somente o MDIR para ambos os tipos de escoamento, permanente ou variado. O exemplo apresentado resume os resultados obtidos, comprovando as possibilidades do método proposto.

PALAVRAS-CHAVE: Método gradiente, transitórios lentos, modelo dinâmico inercial rígido.

ABSTRACT

The paper showing the use of the original structure proposed by Todini and Pilati “gradient method (GM)”, use for analysis in steady state of pipes networks, in the formulation of a inertial rigid dynamic model (IRDM), that allows the analysis of slow transients in this hydraulic installation type. The theoretical bases are presented for this new method, justified through of the general equation of the flow in pipes networks. The first evaluations showed the possibility of united use of GM with IRDM or in an isolated way using only the IRDM for both steady and unsteady flow. The presented sample summarizes the obtained results, proving the possibilities of the proposed method.

KEYWORDS: Gradient method, slow transients, inertial rigid dynamic model..

AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE SIMPLIFICACIÓN DE MODELOS MEDIANTE LA ASOCIACIÓN EN SERIE DE CONDUCCIONES DE CARACTERÍSTICAS NO HOMOGÉNEAS

F.J. Martínez Solano¹, P.L. Iglesias Rey, G. López Patiño, V.S. Fuertes Miquel

¹ Centro Multidisciplinar de Modelación de Fluidos, Universidad Politécnica de Valencia – Camino de Vera, s/n – 46022 – Valencia (España) – Tel.: +34 96 3879890 – Fax: +34 96 3877981 – e-mail: jmsolano@gmmf.upv.es

RESUMO - RESUMEN

El modelo matemático es la base que se utiliza en el cálculo hidráulico para simular diferentes estados que se producen en la red de distribución sin tener que llegar a experimentarlos físicamente. Del resultado de dichas simulaciones se extraen luego consecuencias que serán utilizadas en la planificación y gestión de la red. De la precisión de los resultados del modelo dependerá en gran medida el éxito de las decisiones tomadas a partir de los mismos.

Una de las fases más importantes de la realización de un modelo es la simplificación del modelo. Durante los trabajos de simplificación se hacen hipótesis que se traducen en errores que en ocasiones pueden tener una cierta importancia. En el presente trabajo se han puesto de manifiesto los errores que se cometen cuando se procede a la simplificación de tuberías mediante asociación de series. Se comprobado que los métodos que asumen coeficientes de rugosidad constantes (sea en la ecuación de Hazen-Williams, sea en la ecuación de Darcy) producen errores que pueden llegar a ser importantes.

Finalmente, se ha presentado un método de simplificación de series de tuberías con dos restricciones (pérdidas de carga y tiempo de recorrido) que da resultados exactos siempre que el sentido de circulación del flujo sea conocido.

PALAVRAS-CHAVE – PALABRAS CLAVE: Modelación de redes, simplificación, asociación de tuberías, calidad del agua.

ABSTRACT

The mathematical model represents the basis used in the hydraulic calculation to simulate different scenarios occurred in a water distribution network without the need of making physical measurements. From the results of this simulations some consequences are obtained which will be used during the planning and management of the network. The success of the decisions taken from such simulation strongly depends of the precision of the input data and the model results.

One of the most important stages of a model elaboration consists of the model skeletonization. During the works made for model skeletonization some assumptions are made. Most of the times, these assumptions may produce significant errors. In this paper errors derived from serial mains simplification are shown. It has been shown that methods which assume constant roughness coefficients (used in both Hazen-Williams or Darcy equations) produce errors in the head loss and travel time that can be important. Finally, a method for exact substitution of serial pipes was presented. This method imposes two restrictions (head loss and travel time) and gives exact results when the flow direction is known.

KEYWORDS: Network Modelling, Skeletonization, Pipe Association, Water Quality

**APLICACIÓN DE PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (PSO) MEJORADA
AL DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA.**

Idel Montalvo¹, Joaquín Izquierdo², Carlos D. Alonso³, Manuel Herrera⁴

¹ Investigador – Centro Multidisciplinar de Modelación de Fluidos – Universidad Politécnica de Valencia – Camino de Vera S/N, 46022 – Valencia – España – e-mail: imontalvo@gmmf.upv.es
...ver DVD

RESUMEN

Se ha aplicado la Particle Swarm Optimization (PSO) al diseño óptimo de sistemas de distribución de agua. Se incorpora una modificación al algoritmo que muestra un mejor desempeño al ser aplicado a dos de los problemas de benchmarking en el tema en cuestión: el diseño de la red de Hanoi y el diseño de la red de New York. Además, la variante del PSO se ajusta a la solución del problema con las variables discretas que involucra. Algunas comparaciones con los resultados obtenidos por otros autores pueden realizarse; también a través de comparaciones, se presenta una evaluación del significado que tiene la modificación introducida en el mejor desempeño del algoritmo para los dos casos de estudio que se abordan.

PALABRAS-CLAVE: Optimización de Grupo de Partículas, Redes de Distribución de Agua, Diseño Óptimo, Algoritmo Evolutivo.

ABSTRACT

A new variant of the so-called PSO (Particle Swarm Optimization) algorithm is applied in this paper to the design of Water Distribution Networks (WDN). This variant overcomes one of the main drawbacks associated with PSO, namely, its difficulty to keep good levels of population diversity and to balance local and global search. The performance of the variant herein proposed is investigated by applying the model to solve two already traditional benchmark problems in the literature, the Hanoi new water distribution network and the New York Tunnel water supply system. The obtained results show considerable improvements regarding both convergence characteristics and the quality of the final solutions.

KEYWORDS: Particle Swarm Optimization, Water Distribution Networks, Optimal Design, Evolutionary Algorithm.

MÉTODOS HEURÍSTICOS PARA ANÁLISIS DE CLUSTER EN UNA BASE DE DATOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA**Idel Montalvo¹, Manuel Herrera, Joaquín Izquierdo, José L. Díaz**

¹ Centro Multidisciplinar de Modelación de Fluidos (CMMF) – Universidad Politécnica de Valencia, Camino de Vera s/n, 46022, Valencia – España – e-mail: jimontalvo,mahefe,jizquier,jldiaz@gmmf.upv.es

RESUMEN

El aprendizaje automático y análisis de datos actual depende de técnicas de búsqueda sofisticadas. En general, es necesaria la exploración en espacios multimodales y de altas dimensiones. Algunos algoritmos que imitan ciertos principios naturales, algoritmos evolutivos, se han utilizado en diferentes aspectos de las Ciencias Medioambientales y se han encontrado numerosas aplicaciones en problemas relacionados con el medio ambiente. En el presente trabajo se aplicará una variante del PSO, presentada recientemente por los autores, al clustering particional aplicado a un data set obtenido de una Compañía de Abastecimiento de Agua. La variante del PSO que consideramos aquí supera varias de las características típicas de cualquier técnica de optimización. Por un lado, el PSO se adapta para considerar mixturas de optimización discreta-continua, ya que el problema que abordamos aquí implica el uso de ambas variables. Por otro, uno de los principales inconvenientes relacionados con el PSO proviene de la dificultad de mantener buenos niveles de la diversidad de la población para equilibrar las búsquedas a nivel local y global. Esta formulación es capaz de encontrar la solución óptima o casi óptima, de una manera mucho más eficiente y con menos esfuerzo computacional debido a introducir una población mucho más rica en su diversidad. Por último, el engorroso aspecto, común a todas las metaheurísticas, de la elección correcta de los valores de los parámetros es abordada a través del parámetro de control dinámico auto-adaptativo.

PALABRAS CLAVE: Clustering particional; análisis de cluster; algoritmos evolutivos; Particle Swarm Optimization

ABSTRACT

Modern machine learning and data analysis hinge on sophisticated search techniques. In general, exploration in high-dimensional and multi-modal spaces is needed. Some algorithms that imitate certain natural principles, evolutionary algorithms have been used in different aspects of Environmental Science and have found numerous applications in Environmental related problems. In this paper we apply a derivative of PSO, recently introduced by the authors to partitional clustering of a real-world data set obtained from a Water Supply Company. The PSO derivative we consider here overcomes several typical features of this optimization technique. For one thing, PSO is adapted to consider mixed discrete-continuous optimization since the problem we tackle here involves the use of both continuous and discrete variables. For the other, one of the main drawbacks associated with PSO comes from the fact that it is difficult to keep good levels of population diversity and to balance local and global searches. This formulation is able to find optimum or near-optimum solutions much more efficiently and with considerably less computational effort because of the richer population diversity it introduces. Finally, the cumbersome aspect, common to all metaheuristics, of choosing the right parameter values is tackled through self-adaptive dynamic parameter control.

KEYWORDS: Partitional clustering; Optimization; Evolutionary algorithm; Particle Swarm Optimization

**DIMENSIONAMENTO ECONÔMICO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUAS
APLICANDO ALGORITMO GENÉTICO**

Henrique Jorge Souza da Mota ¹, John Kenedy de Araújo ², Marco Aurélio Holanda de Castro ³

¹ Engenheiro Civil, Mestre em Recursos Hídricos pelo Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Universidade Federal do Ceará – UFC. Campus do Pici Bloco 713 – 1º Andar, Bairro Pici, Fortaleza – Ceará - CEP: 60455-970 – Brasil – Tel +55 (85)3366-9623 – Fax: +55 (85)3366-9627 – e-mail: hjasm10@yahoo.com.br

² Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Universidade Federal do Ceará – UFC – e-mail: kenedy@ufc.br

³ Professor Associado do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Universidade Federal do Ceará – UFC - e-mail: marco@ufc.br

RESUMO

Foi desenvolvido um modelo computacional para o dimensionamento econômico de redes de distribuição de água, concebido em dois módulos: de simulação hidráulica EPANET-2 e de otimização multiobjetivo através de Algoritmo Genético - AG. Os parâmetros do AG foram selecionados objetivando o melhor desempenho em termos de qualidade final das soluções e esforço computacional. O processamento das simulações em busca da melhor solução para a primeira função objetivo com enfoque na máxima eficiência das seções da tubulação tem seu resultado comparado ao obtido para a mesma rede através da Programação Não Linear - PNL, apresentando uma rede mais eficiente hidráulicamente e conseqüentemente mais econômica. Implementou-se uma segunda função objetivo, agora minimizando o custo total (implantação mais bombeamento), proporcionando soluções melhores que os da função objetivo anterior.

PALAVRAS-CHAVE: rede d'água malhada, algoritmo genético, diâmetro econômico.

ABSTRACT

A computer model for least-cost design of water distribution network was developed in two modules: hydraulic simulation by EPANET-2 and multi-objective optimization through Genetic Algorithm-GA. The GA parameters were selected in order to get the best performance in quality of solutions and computer effort. The simulations processing to find the best solution to the first objective function that approaches the maximum section pipes efficiency presents results that were compared to the non linear programming one, got for the same water network, showing a more efficient network hydraulically and so cheaper than the last. It was implemented a second objective function, now approaching the overall least-cost (network building plus pumping costs), getting better solutions than the last objective function.

KEYWORDS: water supply network, genetic algorithm, least-cost diameter.

MODELAÇÃO E ANÁLISE EXPERIMENTAL DE EFEITOS DINÂMICOS NÃO CONVENCIONAIS EM TRANSITÓRIOS HIDRÁULICOSNelson Carriço¹, Dídia I. C. Covas²

¹ Mestrando, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa (UTL), Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa, Portugal. E-mail: nelson.carriço@gmail.com

² Professora Auxiliar, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa (UTL), Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa, Portugal. E-mail: didia.covas@civil.ist.utl.pt

RESUMO

O presente trabalho de investigação tem como objectivo o desenvolvimento, a calibração e a validação de um modelo matemático para o cálculo de escoamentos variáveis em pressão tendo em conta efeitos dinâmicos não convencionais, nomeadamente a resistência ao escoamento em regime variável e a viscoelasticidade do material da conduta. Para o efeito, foi desenvolvido um modelo matemático, incorporando diferentes esquemas numéricos de cálculo de perda de carga em regime permanente, quasi-permanente e variável e de descrição do comportamento reológico do material da conduta. Efectuou-se uma campanha de ensaios com medição de pressão durante a ocorrência de regimes transitórios e de caudal em regime permanente, numa instalação experimental, no Instituto Superior Técnico. O modelo matemático foi calibrado e validado com base nas medições efectuadas. Finalmente, apresentam-se as principais conclusões do trabalho e recomendações para estudos futuros. Trata-se de um trabalho relevante em termos técnicos e científicos na medida em que apresenta ensinamentos e orientações para a utilização de modelos matemáticos completos de golpe de aríete na concepção e no dimensionamento de sistemas hidráulicos em pressão, e na monitorização e diagnóstico de sistemas em funcionamento.

PALAVRAS-CHAVE: golpe de aríete, transitório hidráulico, modelo matemático, resistência ao escoamento, viscoelasticidade.

ABSTRACT

The current research work aims at the development, calibration and validation of a mathematical model for the calculation of unsteady flows in pressurized pipes taking into account unconventional dynamic effects, namely unsteady friction and pipe wall viscoelasticity. A classic mathematical model for the calculation of transient state flow based on the Method of Characteristic (MOC) is presented. Different numerical schemes for steady state, quasi-steady state and unsteady friction as well as for the pipe wall non-elastic behaviour have been incorporated in the mathematical model. A data collection programme has been carried out in an experimental facility at Instituto Superior Técnico, collecting transient pressure data and steady state flow data. The mathematical model was calibrated and validated by using physical data collected in laboratory conditions. Finally, the main conclusions of the research work and suggestions for future studies are discussed. This research is an important technical and scientific work, since guidelines for the use of hydraulic transient models in the design of new pressurized pipe systems and for the calibration of these models in the monitoring and diagnosis of existing systems are presented.

KEYWORDS: water hammer, transient flow, mathematical modelling, unsteady friction, viscoelasticity.

INFLUENCIA DEL TAMAÑO DEL PARÁMETRO DE POBLACIÓN EN EL DISEÑO DE REDES DE AGUA MEDIANTE ALGORITMOS GENÉTICOS

Daniel Mora Melia¹, Pedro L. Iglesias Rey, Vicente S. Fuertes Miquel, Francisco J. Martinez Solano.

¹ Investigador, Centro Multidisciplinar de Modelación de Fluidos, Universidad Politécnica de Valencia, Camino de Vera S/N CP 46022, Valencia (España), phone: +34 387 9890; fax: +34 96 3877981; e-mail: damome@doctor.upv.es

RESUMEN

Los algoritmos genéticos (AG) son una técnica de optimización empleada para el diseño de redes de abastecimiento de agua. Este trabajo ha sido realizado con un algoritmo pseudogenético modificado (APG), cuya principal variación respecto a un AG es un cambio en la codificación de las cadenas, que se realiza de forma numérica en lugar de la codificación binaria clásica. Esta variación conlleva una serie de características especiales tanto en la codificación como en la definición de las operaciones de mutación y cruce.

El trabajo demuestra la bondad del método sobre la red de las Torres de Hanoi, ampliamente estudiada en la bibliografía. Asimismo, se realiza un análisis estadístico de las soluciones obtenidas, lo que permite verificar los valores de probabilidad de mutación y de cruce más adecuados para el método propuesto. Del mismo modo, una vez optimizados dichos parámetros se analiza la influencia del tamaño de población inicial en las soluciones finales obtenidas.

PALABRAS-CLAVE: algoritmos genéticos, diseño, redes de abastecimiento de agua, fiabilidad.

ABSTRACT

The genetic algorithms (GA) are a technique of optimization used for the design of water distribution networks. This work has been made with a modified pseudo genetic algorithm (PGA), whose main variation with respect to a PGA is a change in the codification of the chromosomes, which is made of numerical form instead of the classic binary codification. This variation entails a series of special characteristics in the codification and in the definition of the operations of mutation and crossover.

The work demonstrates the kindness of the method on the Hanoi Towers network, widely studied in the bibliography. Moreover, starting with values optimized for the probability of crossing and mutation, the influence of the population's size is analyzed in the final solutions. The aim is to find the most suitable configuration of the problem, so that good solutions are obtained in the less time.

KEYWORDS: genetic algorithms, design, water networks, reliability.

COMPARAÇÃO ENTRE MODELOS NUMÉRICOS PARA SIMULAÇÃO DO ENCHIMENTO DE ADUTORAS

José G. Vasconcelos¹, Felipe E. O. V. Sampaio²

¹ Professor do Dept. Engenharia Civil e Ambiental – Universidade de Brasília – Campus Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte, Brasília, DF - 70900-910 – BRASIL – e-mail: jvasconcelos@unb.br

² Pesquisador do PIC/UnB do Dept. Engenharia Civil e Ambiental – Universidade de Brasília – Campus Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte, Brasília, DF - 70900-910 – BRASIL

RESUMO

Adutoras passam por processos de enchementos após a execução de alguns tipos de manutenção ou quando são operadas pela primeira vez. Esse procedimento é feito de forma bastante cuidadosa onde se procura evitar a formação de bolsões e ar e a ocorrência de sobrepressões elevadas. Uma ferramenta de apoio ao processo de enchimento tanto na fase de concepção quanto na operação de adutoras é a simulação numérica, e a pesquisa promovida nesse campo resultou no aparecimento de duas categorias de modelos numéricos. A primeira categoria é baseada na simulação do enchimento aplicando uma formulação transiente baseada no método da coluna rígida. A segunda categoria aplica a teoria da transição de regimes de escoamento, usando variações das equações de Saint-Venant capazes de simular escoamentos pressurizados. Nesse artigo compara-se a habilidade dessas categorias de modelos utilizando os problemas de enchimento apresentados no trabalho de Liou e Hunt (1996) e simulando os mesmos com o modelo desenvolvido por Vasconcelos (2007). Os modelos apresentam resultados bastante similares, embora seja apresentado um caso onde modelos baseados em coluna rígida teriam limitações em termos de aplicabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: Enchimento de Adutoras, Modelagem Numérica, Escoamento Transiente.

ABSTRACT

Water mains may undergo refilling procedures following the implementation of certain types of maintenance or when operated for the first time. This is performed in a careful fashion in order to avoid pockets formation, and the development of pressure surges. One support tool for the filling procedures both at the design and in the operation water mains is the numerical simulation, and research in this field resulted in the emergence of two categories of numerical models. The first category is based on the simulation of the water filling using a transient, rigid column method formulation. The second category applies the theory of the flow regime transition based on the Saint-Venant equations adapted to simulate pressurized flows. In this paper it is compared the ability of these two categories of models by using the filling problems presented by Liou and Hunt (1996) and simulating those using the model proposed by Vasconcelos (2007) works. The results from both models are quite similar, even though it is presented a case in which rigid column-based models would have limited applicability.

KEYWORDS: Filling of Water Mains, Numerical Modeling, Transient Flows.

FORMAS DE MODELAR EL SUMINISTRO INTERMITENTE DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

V. G. Tzatchkov¹, J. A. Cabrera B.

¹ Instituto Mexicano de Tecnología de Agua- Paseo Cuauhnáhuac # 8532, Col. Progreso, C.P.62550, Jiutepec, Mor., México. Tel +52 (777) 3 29 36 00 e-mail <velitchk@tlaloc.imta.mx>

RESUMEN

El suministro intermitente de agua potable es una condición de abastecimiento no deseable, sin embargo es practicado en muchos de los países en desarrollo. En este artículo se discuten sus inconvenientes y las diferencias más importantes que se presentan en su modelación de redes con ese tipo de operación, comparado con la de las redes con servicio continuo. Entre estas diferencias están la relación del consumo de agua y la presión, la variación horaria de la demanda, los coeficientes de variación de la demanda (coeficiente punta), la presión mínima requerida y el llenado inicial de las tuberías de la red. Se presentan luego dos posibilidades de empleo de modelos convencionales, como el programa EPANET, para modelar redes operadas con suministro intermitente. La primera de ellas utiliza un dispositivo en los nodos, llamado emisor, para modelar la demanda de agua que está en función en la presión, y la segunda se basa en tanques equivalentes. Para representar el carácter de suministro intermitente se asigna una ley de control para cerrar la tubería de alimentación para suspender y reanudar el servicio. Se discuten algunas inconsistencias que resultan en la modelación con el programa EPANET, y posibilidades de trabajo futuro.

PALABRAS CLAVES: Suministro de agua intermitente, Demanda, EPANET, Emisores, Leyes de control.

ABSTRACT

Intermittent water supply is an undesirable situation, but it is widely practiced in many developing countries. This paper discusses its shortcomings and the most important differences between modeling intermittent and continuous service water distribution networks. Among these differences are pressure-water demand relation, hourly demand variation, peak demand factors, minimum design pressure and initial pipe network charging. Two possibilities for using conventional water distribution network models, such as EPANET, for modeling intermittent water supply are then presented. The first of them employs an emitter component at the network nodes and the second one is based on equivalent tanks. Network control rule elements are used to represent the intermittency by periodically closing and opening the supply line. Some inconsistencies resulting from such modeling with the EPANET program and lines for future work are finally discussed.

KEYWORDS: Intermittent Water Supply, Water demand, EPANET, Emitters, network controls.

MODELAGEM HIDRÁULICA DE SISTEMAS ADUTORES PARA OPERAÇÃO EM TEMPO REAL

V. M. N. A. Borges¹, K. Zahed Filho, V. C. Souza, P. C. Santos, M. A. Detilio, L. A. Mello

¹ SABESP - Rua Cincinato Braga, 481 ap. 53 - Bela Vista - São Paulo - SP - Código Postal: 01333-011 - Brasil - Tel: +55 (11) 3388-8735 - Fax: +55 (11) 3388-8926 - e-mail: ymborges@sabesp.com.br

RESUMO

Este trabalho apresenta a preparação de modelos matemáticos hidráulicos para um sistema de suporte à decisão na operação do Sistema Adutor Metropolitano de São Paulo (SAM). A metodologia utilizada neste trabalho consistiu em utilizar o modelo simulador computacional WATERCAD. Foi preparada uma interface do modelo simulador com o sistema de informação geográfica (SIG) – Signos – da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP). Para que o modelo hidráulico representasse o sistema real, a calibração fez uso de dados reais da operação, adquiridos por um SCADA (sistema de supervisão e controle). A calibração adotou, como fator de sucesso, um critério de máximo desvio entre as pressões medidas e calculadas. A calibração foi efetuada em três momentos, a partir dos quais se considerou os modelos validados. Apresentam-se os resultados obtidos nesta fase de validação dos subsistemas Alto Tietê - Alça Leste e Guaraú – Mooca – ABV – Jabaquara que interligam quatro sistemas produtores. Este trabalho insere os modelos matemáticos hidráulicos preparados e um modelo de previsão de consumo para criar um Sistema de Suporte à Decisão (SSD) no planejamento da operação em tempo real.

PALAVRAS-CHAVE: Abastecimento de água, suporte à decisão, operação, simulação, modelo de previsão.

ABSTRACT

This work presents the preparation of hydraulic mathematical models for a decision support system to the operation of the Metropolitan Water Mains System of São Paulo (SAM). The methodology used in this work used the WATERCAD hydraulic simulator model. The hydraulic model was linked with a geographic information system (GIS) - Signos - of the Company of Basic Sanitation of the State of São Paulo (SABESP). Calibration was made by using real data of the operation, in order to guarantee that the hydraulic model represents the real system. A criterion of maximum deviation between measured and calculated pressures was adopted as success factor of calibration. Calibration was made based on a specific scenario of consumption and validated in other two different conditions. Results of calibration of two subsystems: Alto Tietê-Alça Leste and Guaraú-Mooca-ABV-Jabaquara that integrate four production systems. This work inserts the prepared hydraulic models and a water demand forecast model to compose a Decision Support System (DSS) for real time operation planning.

KEYWORDS: water supply, decision support system, operation, simulation, water demand forecast.

T08 – Gestão Operacional e Avaliação do Desempenho**PROBLEMAS DE SUMINISTRO DE AGUA POTABLE EN LA CIUDAD DE ARTEAGA, MICHOCÁN, MÉXICO**

Benjamín Lara Ledesma¹, Mario Alberto Hernández Hernández², Ramiro Guzmán Rodríguez¹, Jesús Alberto Rodríguez Castro¹, Constantino Domínguez Sánchez¹, Sonia Tatiana Sánchez Quispe¹

¹ Profesor e Investigador de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Av. Francisco J. Mújica s/n, C.P. 58030, Morelia, Mich. E-mail: blarale@hotmail.com, ramiro_gr1@hotmail.com, jealroca@yahoo.com.mx, dsanchez@umich.mx, soniatq@hotmail.com

² Estudiante de Licenciatura de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo: diesel2901@msn.com

RESUMEN

La ciudad de Arteaga, Michoacán, México, tiene problemas relacionados con el suministro de agua potable. Para ello se han buscado diferentes soluciones que lleven a resolver este problema. Se han hecho estudios geológicos para encontrar mantos subterráneos de los que pueda ser extraído el vital líquido; dichos estudios han concluido que no es factible la ubicación de una fuente de abastecimiento que satisfaga las demandas de la población. Por esta razón, se han buscado otras alternativas para el suministro de agua; una de ellas, y la más factible, es suministrarla de un manantial que está ubicado al noroeste de la ciudad a una distancia de aproximadamente 30 km y en una elevación de 1,123 msnm. Por la configuración topográfica del sitio es factible conducir el agua a la ciudad por gravedad ya que el sitio en donde se ubicará el tanque de regularización que estará en la cota 951 msnm.

Cada día en varias ciudades de México se está presentando el problema en el suministro de agua potable, lo que lleva a la construcción de obras muy costosas, como es el caso que aquí se presenta. Con esto surge la necesidad de fomentar con más intensidad las campañas de ahorro de agua y rehabilitación de las redes de abastecimiento.

PALABRAS CLAVE: línea de conducción, diseño óptimo, agua potable, manantial

ABSTRACT

The city of Arteaga, Michoacán, Mexico, has problems related to the supply of drinkable water. For it there have been looked different solutions that lead to solving this problem. Geological studies have been done to find underground mantles from which the vital liquid could be extracted; the above mentioned studies have concluded that there is not feasible the location of a source of supply that satisfies the demands of the population. For this reason, other alternatives have been looked for the water supply; one of them, and the most feasible, is to provide it with a spring that is located to the northwest of the city to a distance of approximately 30 km and in an elevation of 1,123 msnm. For the topographic configuration of the place it is feasible to lead the water to the city for gravity since the place where there will be located the tank of regularization that will be in the level 951 msnm.

Every day in several cities of Mexico the problem is appearing in the supply of drinkable water, which leads to the construction of very costly works, since it is the case that here one presents. With this there arises the need to foment with more intensity the campaigns of water saving and rehabilitation of the networks of supply.

KEYWORDS: line of conduction, optimal design, drinkable water, spring.

ANÁLISE E OPTIMIZAÇÃO DE ESTRATÉGIAS DE GESTÃO E OPERAÇÃO DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUACatarina M. Sousa¹, Dídya I. C. Covas², Helena M. Ramos³,

¹Engenheira – Águas do Sado – Av. Rovisco Pais, 1049-001 – LISBOA – Portugal – e-mail: csousa@aguasdosado.pt
...ver DVD

RESUMO

O presente trabalho tem por objectivo a análise e a optimização de estratégias de gestão e operação de sistemas de abastecimento de água sob diferentes pontos de vista associados ao desempenho técnico-hidráulico e de qualidade da água. Para este efeito, desenvolveu-se um modelo computacional integrado constituído por três módulos: (i) um módulo de *simulação hidráulica*; (ii) um módulo de *avaliação do desempenho técnico*; e (iii) um módulo de *optimização* baseado em Algoritmos Genéticos que permite minimizar o custo de energia, ajustando-o às tarifas em vigor e, maximizar a fiabilidade hidráulica em termos de volume de reserva disponível. O modelo desenvolvido foi aplicado a dois sistemas reais de natureza diferente. O primeiro consiste num sub-sistema de um sistema adutor - o sub-sistema da Póvoa/Vila do Conde - integrado no Sistema Multimunicipal de Abastecimento de Água do Baixo Cávado e Ave. O segundo trata-se de um sector de um sistema de distribuição de água - o sub-sistema da Fonte Santa - integrado no Sistema de Abastecimento de Água da Amadora. Os resultados obtidos permitiram concluir que: (i) a aplicação de metodologias de avaliação de desempenho dos sistemas permite identificar a origem de eventuais problemas de funcionamento dos sistemas, definir cenários alternativos de operação e estabelecer prioridades de intervenção, e (ii) a determinação de esquemas de operação óptimos para os sistemas elevatórios integrados nos sistemas permite, para além de reduzir os custos de operação associados ao consumo de energia eléctrica (entre 6 a 30%), aumentar a fiabilidade hidráulica do sistema, maximizando o volume de reserva disponível.

PALAVRAS-CHAVE: modelação matemática, desempenho técnico-hidráulico, algoritmos genéticos, optimização simples e optimização multicritério

ABSTRACT

The current research work aims at the analysis and optimization of operating strategies of water supply systems taking into consideration different points of view related to the technical-hydraulic and water quality performance. For this purpose, an integrated software tool has been developed composed of three main modules: (i) an *hydraulic simulator*; (ii) a *performance assessment tool*; and (iii) an *optimization module* based on Genetic Algorithms to minimize pumping costs and to maximize the hydraulic reliability of the system in terms of available water volume in tanks. The developed integrated software tool has been applied to two different real life case studies. The first is a water conveyance system - the Póvoa/Vila do Conde system - integrated in the Multimunicipal Water Supply System of Baixo Cávado and Ave. The second is a district metering area of a water distribution network - the Fonte Santa system - part of Amadora Water Supply System. Results have shown that (i) the application of developed performance assessment tool allows the identification of the causes of operating problems in water supply systems, the analysis of alternative operating scenarios and the establishment of investment priorities, and (ii) the definition of optimal pumping schemes allows the reduction of operation and maintenance direct costs associated with pumping energy (between 6 to 30%) as well as the increase of hydraulic reliability, maximizing available water volume in tanks.

KEYWORDS: hydraulic modelling, technical-hydraulic performance, genetic algorithms, simple optimization, multiobjective optimization.

**OPERAÇÃO MULTI-OBJETIVO DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA:
REGRAS HEURÍSTICAS**

Ivonaldo S. Lacerda¹, Kennedy Flávio M. Lucena², Carlos O. Galvão³, Érica C. M. N. Machado⁴,
Laudelino A. Pedrosa Filho⁵

¹ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Campina Grande, Caixa Postal 505, 58100-970, Campina Grande, PB, Brasil, Tel.: +55 (83) 3310-1461, e-mail: ivonaldo@hidro.ufcg.edu.br

... ver DVD

RESUMO

O aumento progressivo da complexidade operacional dos sistemas de abastecimento de água, promovido principalmente pelo envelhecimento do sistema, elevado índice de crescimento urbano e de forma desordenada, e alterações constantes na topologia da malha, tem impedido que esses sistemas cumpram satisfatoriamente sua principal função: suprir a demanda de água em quantidade e qualidade, com pressões adequadas para os seus diversos usos, com segurança operacional e eficiência energética. Como alternativa de superação dessa dificuldade, neste trabalho desenvolveu-se um conjunto de regras operacionais simples, baseadas no conhecimento funcional do sistema, para dar suporte à operação do Sistema Adutor de Marés, que é responsável pelo abastecimento de água de grande parte da região central da cidade brasileira de João Pessoa. O conjunto de regras foi desenvolvido de forma a sugerir estratégias de operação sub-otimizadas as quais foram simuladas no EPANET 2, simulador hidráulico no qual o sistema foi modelado. Os resultados obtidos mostram que o conjunto de regras desenvolvido é capaz de sugerir alternativas de operação eficientes para o sistema e pode ser usado tanto como ferramenta de apoio à gestão da operação atual quanto para análise de um possível aumento futuro da demanda.

PALAVRAS-CHAVE: sistemas de abastecimento, regras de operação, otimização, EPANET 2.

ABSTRACT

The progressive increase of the operational complexity of water distribution systems, promoted mainly by the aging of the system, high level of urban growth and constant alterations in the network topology, have been impeding that those systems accomplish their principal function satisfactorily: to supply the water demand in quantity and quality, with appropriate pressures the several uses, with operational safety and energy efficiency. As an alternative for overcoming those difficulties, in this paper it is presented a set of simple operational rules, based on the functional knowledge of the system, to give support to the operation of the Marés System, that is responsible for the water supply of great part of the central area of the Brazilian city of João Pessoa. The set of rules was developed to suggest sub-optimal operation strategies, which were simulated on EPANET 2, hydraulic simulator on which the system was modeled. The obtained results show that the set of rules it is capable to suggest efficient operation alternatives for the system and it can be used as a support tool to the management of the current operation as well as for the analysis of a possible increase in the demand.

KEYWORDS: water distribution systems, operation rules, optimization, EPANET 2.

O IMPACTO DA INFESTAÇÃO DO MEXILHÃO DOURADO EM UMA INSTALAÇÃO DE BOMBEAMENTO**C. B. Martinez¹, M. F. Resende, C. G. Simeão**

¹ Universidade Federal de Minas Gerais - Av. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha – Belo Horizonte – Minas Gerais - Código Postal: 30-140-082 - Brasil - Tel: +55 (31) 3409-4821 - Fax: +55 (31) 3409-4822 - e-mail: artinezm@yahoo.com.br ou martinez@cce.ufmg.br.

RESUMO

O mexilhão dourado, "*Limnoperna fortunei*" (*L. fortunei*), é um molusco nativo do sudeste asiático, exótico nas bacias hidrográficas brasileiras e tem causado grandes interferências na operação de sistemas de abastecimento de água. Dentre os impactos causados temos a infestação das grades das tomadas d'água, dos sistemas de sucção das bombas, das tubulações de recalque e das estações de tratamento de água. Esse problema é ainda relativamente novo no Brasil e existe, atualmente, muito pouco material disponível no país acerca desse assunto. A infestação desse molusco provoca o aumento da rugosidade e a redução do diâmetro útil das tubulações. Isso provoca um aumento da perda de carga do sistema e no maior consumo energético dos sistemas de bombeamento. Assim, a partir de um estudo de determinação do coeficiente de perda de carga para tubulações forçadas, pode-se avaliar o impacto em termos de aumento da perda de carga e o possível resultado em termos do aumento do consumo de energia elétrica das bombas centrífugas para suprir uma mesma demanda de água. Ao final, é apresentado um estudo de caso que demonstra os impactos potenciais da infestação sobre os conjuntos moto-bombas de instalações elevatórias.

PALAVRAS-CHAVE: eficiência energética, mexilhão dourado, cavitação.

ABSTRACT

The golden mussel "*Limnoperna fortunei*" (*L. fortunei*) is a mollusk brought from the Asiatic southern, exotic in the Brazilian watersheds and has promoted high interferences over the water supply systems operation. Among the impacts caused, the infestation crates taken from water, the suction systems of the pumps, pipelines and water treatment plants. This problem is still relatively new in Brazil and there's few information about this subject currently in the country. The infestation by this mollusk increase the internal pipeline roughness and the reduce the useful diameter. This causes an increase in the head losses of the system and largest energy consumption of pumping systems. Thus, from a study of determination of the head loss coefficient to pressurized pipelines, it's possible evaluate the impact in terms of an increase in head losses. Finally, it's presented a case study that demonstrates the potential impacts of the infestation on the sets of pump station.

KEYWORDS: efficiency power, golden mussel, pumping systems

**EXPRESIÓN EXPLÍCITA PARA LA CORRECCIÓN DE PARÁMETROS DE
FUNCIONAMIENTO DE UNA BOMBA CENTRÍFUGA CUANDO FUNCIONA CON
FLUIDOS VISCOSOS**

F.J. Martínez Solano¹, G. López Patiño, P.A. López Jiménez, D. Cutillas Carrillo

¹ Centro Multidisciplinar de Modelación de Fluidos, Universidad Politécnica de Valencia – Camino de Vera, s/n – 46022 – Valencia (España) – Tel.: +34 96 3879890 – Fax: +34 96 3877981 - e-mail: jmsolano@gmmf.upv.es

RESUMO - RESUMEN

Quizás el criterio más importante para seleccionar una bomba sea el punto de trabajo en que debe funcionar. Si se conoce este punto, se podrá elegir la bomba de manera que el rendimiento sea adecuado. Además, un trabajo en puntos de funcionamiento fuera del rango puede acarrear problemas. Sin embargo, prácticamente todos los fabricantes de bombas centrífugas realizan sus ensayos con agua. Esto se traduce en que las curvas presentadas en sus catálogos son válidas casi exclusivamente para el trabajo con agua. Por ello, diversos organismos normalizadores proponen el uso de ábacos que corrigen las prestaciones de una bomba en función de las características del fluido impulsado. Dada la naturaleza gráfica del ábaco, resulta muy cómodo para trabajar con él de modo manual. Sin embargo, resulta mucho más complicado automatizar el proceso de corrección de las curvas. En el presente trabajo se propone una expresión explícita de estos coeficientes correctores con un alto grado de regresión, lo cual permitirá incorporar estas correcciones en programas de ordenador tanto de ayuda a la selección como para la simulación de instalaciones en las cuales el fluido impulsado sea diferente del agua.

PALAVRAS-CHAVE – PALABRAS CLAVE: Bomba centrífuga, semejanza, corrección de rendimientos, selección de bombas.

ABSTRACT

Operating point in which a pump is supposed to work may be the most important criteria for selecting the pump. Once this point is known, the pump can be selected in manner that the efficiency is suitable. Furthermore, a pump that is working in points far from the nominal one may find problems related with cavitation, vibrations and secondary flows. However, nearly all pump manufacturers test their pumps with water. This means that their commercial catalogs are only valid for water as pumped fluid. This is the reason several standardization committees proposed the use of correction tables and charts for pumps working with fluids other than water. Due to the graphical nature of a chart, it is easy to work with it but is quite more complicated to automate the process of correcting pump curves. In this paper a new explicit expressions is presented for each correction factor with high regression. These formulae will allow to incorporate the correction factors in computer applications for aiding selection and performance simulation of pumps working with fluids other than water.

KEYWORDS: Centrifugal pump, affinity, efficiency correction, pumps selection.

AValiação sazonal do consumo de água e energia em uma edificação residencial**Monica Pertel¹, Josiane Guss², Natália Araújo Dias³, Ricardo Franci Gonçalves^{4*}**

¹ Bióloga – Universidade Federal do Espírito Santo, Tecnóloga em Saneamento Ambiental – Centro Federal de Educação Tecnológica do Espírito Santo, Mestranda em Engenharia Ambiental – Universidade Federal do Espírito Santo – e-mail: mpertel@gmail.com
... ver DVD

RESUMO

O consumo residencial é estratégico para a concepção de programas de conservação e uso racional de água e energia em áreas urbanas. Nesse contexto, este trabalho objetivou avaliar a sazonalidade do consumo de água e energia em uma edificação. A caracterização do consumo de água e energia foi realizada em um edifício de classe média alta do município de Vitória-ES. Os resultados indicam que o consumo de água fria foi semelhante no verão e no inverno, enquanto o consumo de água quente apresentou-se cerca de 56% maior nos meses mais frios, demonstrando uma elevação da porcentagem de AQ na mistura. Observou-se também um aumento do consumo per capita de água nos meses mais frios ficando cerca de 12% maior que nos meses mais quentes. O consumo de energia nos apartamentos foi maior nos meses do verão que do inverno e, dentre os setores considerados na edificação, em termos energéticos, as bombas de recalque foram responsáveis por 8% do total de energia consumida e cerca de 41% do consumo do condomínio.

PALAVRAS-CHAVE: Consumo sazonal; Conservação de água; Conservação de energia; Índices de consumo.

ABSTRACT

The residential consumption is strategic to create conservation programs and the reasonable consumption of water and energy in urban areas. Through this context, this research has had the purpose to analyze the seasonal consumption of water and energy in a residential building. It was possible to be done in a upper middle-class building in the city of Vitória – ES and the results have indicated that the consumption of cold water (CW) was similar during the summer and winter, while the consumption of hot water (HW) was 56% higher during the colder months, which demonstrated an increasing percentage of HW in the mixture. The research has also shown an increasing consumption per capita of water during the colder months, it has been 12% higher if comparing during the summer time. For this reason, the consumption of energy in the units of this building was higher during the summer than the winter. In terms of energy spending, the water pumps were responsible for 8% of total energy consumption, and it correspond to 41% of the total energy consumption in this building.

KEY-WORDS: Seasonal consumption; water and energy conservation; consumption indexes.

ANÁLISE OPERACIONAL DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO APLICADA À DETECÇÃO DE FUGASNuno Melo¹, Helena M. Ramos²

¹ **Mestrando** do DECivil - Instituto Politécnico da Guarda, Escola Superior de Tecnologia e Gestão, DECivil – Av. Dr. Francisco Sá Carneiro, 50 – Guarda – 6300-559 – Portugal – Tel: +351 271220165 – Fax: +351 271220150 – e-mail: nuno_melo@ipg.pt

² **Professora** do DECivil - Instituto Superior Técnico, DECivil – Av. Rovisco Pais – Lisboa – 1049-001 – Portugal – Tel: +351 218418151 – Fax: +351 218497650 – e-mail: helena.ramos@civil.list.utl.pt

RESUMO

A análise operacional de sistemas é uma técnica, que permite diagnosticar através dos resultados da monitorização dos sistemas, os efeitos dinâmicos motivados, quer pelas condições normais de funcionamento, quer por situações anormais ou mau funcionamento do sistema. Este tipo de análise permite também a obtenção de dados para calibração e verificação de modelos numéricos hidráulicos, normalmente usados na concepção, controlo e prevenção de situações extremas ou anómalas. A análise operacional reveste-se também de grande importância para a definição dos níveis de segurança dos sistemas, bem como na detecção de anomalias, tal como a ocorrência de fugas.

Neste estudo apresenta-se uma aplicação real de um conjunto de técnicas de simulação e monitorização que permitiram desenvolver a análise operacional no sistema elevatório principal à cidade da Guarda, onde se realizou um programa de ensaios de campo, contemplando diferentes situações de operação. Estes ensaios permitiram efectuar o diagnóstico do comportamento do sistema associado à detecção de fugas utilizando os transitórios hidráulicos. Os ensaios de campo foram realizados pela Escola Superior de Tecnologia e Gestão da Guarda e o Instituto Superior Técnico, conjuntamente com a empresa responsável pela exploração do sistema, Águas do Zêzere a Côa.

PALAVRAS CHAVE: Análise operacional, efeitos dinâmicos, detecção de fugas, transitórios hidráulicos, sistemas de abastecimento de água.

ABSTRACT

The operational analysis is a technique that allows diagnosing through the analysis of the monitoring results, all the dynamic effects that may occur induced not only by the normal operating conditions, but also by abnormal situations or bad function of the system. This kind of analysis also allows the data collection for the calibration and verification of hydraulic numerical models used for the conception, control and prevention of extreme and abnormal situations. The operational analysis also assumes, itself, of great importance in the definition of the system security levels, as well as in the detection of anomalies, such as leakage occurrence.

This study presents a real application of a set of simulation and monitoring techniques, which will allow the operational analysis of the main pump system to the city of Guarda, in which it was performed a program of field tests, considering different operational situations. This allowed the diagnosis of the system behaviour associated with the leak detection using hydraulic transients. The field tests were developed by the Escola Superior de Tecnologia e Gestão da Guarda and the Instituto Superior Técnico, in conjunction with the company responsible for the system exploration, Águas do Zêzere a Côa.

KEYWORDS: Operational analysis, dynamic effects, leak detection, hydraulic transients, water supply systems.

ADAPTACIÓN DEL MÉTODO RACIONAL Ó ESPAÑOL PARA EL CÁLCULO DEL CAUDAL MÁXIMO PROBABLE EN EDIFICACIONES**R.O. ORTIZ MOSQUERA¹.**

¹ Profesor - Universidad Nacional de Colombia - Cra 30 No 45, 03 – Laboratorio de Hidráulica Oficina 309-Bogotá - Colombia - e-mail: roortizm@unal.edu.co

RESUMEN

Dando continuación al artículo “*Métodos para el Cálculo de Caudales Máximos Probables Instantáneos en Edificaciones*”; y tomando como base los resultados de dicho artículo en el cual se analizaron los resultados de la aplicación de cada método a todas las edificaciones, se observa que el Método Racional ó Español es el que se adapta mejor a los resultados de los caudales aforados. En vista de lo anterior, se dirigió la investigación a realizar algunas modificaciones al Método Racional ó Español y generar una metodología más ligada a las condiciones locales, la cual se denominará “*Racional-Unal*”.

Este trabajo nace como complemento de las políticas gubernamentales sobre el *uso racional del agua* y continúa las investigaciones desarrolladas por diferentes instituciones, en particular los estudios que ha realizado la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia a través del *Grupo de Investigación en Ingeniería de Recursos Hídricos* (GIREH).

PALABRAS-CLAVE: Caudales Máximos, Método Racional, Consumos Reales.

ABSTRACT

By then the article "Methods for the Determination of Probable Maximum flow on Instant Buildings" and based on the results of that article in which analyzed the results of the application of these methods to all buildings, it is noted that the method Rational or Spanish is the one that is better suited to the results of the Measured flow. In light of the foregoing, the investigation was directed to make some modifications to the Rational Method or Spanish and generate a methodology more tied to local conditions, which will be called "Racional-Unal". This work is born as a complement to government policy on rational use of water and continues to research conducted by different institutions, including studies undertaken by the Faculty of Engineering at the National University of Colombia through the Research Group Engineering Water Resources (GIREH).

KEYWORDS: Maximum flow, Rational Method, Real Consumption.

A INFLUÊNCIA DA INFESTAÇÃO DO MEXILHÃO DOURADO NA OPERAÇÃO DE BOMBAS ELEVATÓRIAS

M. F. Resende¹, C. B. Martinez, C. G. Simeão

¹ Universidade Federal de Minas Gerais - Av. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha – Belo Horizonte – Minas Gerais - Código Postal: 30-140-082 - Brasil - Tel: +55 (31) 3409-4821 - Fax: +55 (31) 3409-4822 - e-mail: mresende@golder.com.br.

RESUMO

A crescente infestação do mexilhão dourado "*limnoperna fortunei*" (LF) em sistemas hidráulicos tem se tornado um problema para a operação de sistemas elevatórios. O LF adere às superfícies das tubulações, grades, bombas e demais elementos que estejam abaixo da linha d'água e forma uma crosta que diminui a seção útil de escoamento, aumentando a rugosidade superficial e causando uma maior perda de carga no sistema. Devido a isso, diversos grupos de pesquisa têm se dedicado a mensurar quais serão as perdas de carga à medida que a infestação pelo LF progride, dando especial ênfase à perda energética provocada pelo LF. Entretanto, o problema de cavitação acaba sendo relegado a um segundo plano, uma vez que o impacto do LF sobre a vazão bombeada é tão significativo que o sistema é parado para manutenção antes que se perceba que a bomba está operando sob condições favoráveis à cavitação severa. Esse artigo apresenta uma avaliação do impacto provocado pelo LF quando da infestação dos tubos de sucção de turbo-bombas. Ao final, apresenta-se um estudo de caso onde se procura avaliar o impacto da infestação do LF nos sistemas de adução de turbo-bombas do ponto de vista de cavitação.

PALAVRAS-CHAVE: eficiência energética, mexilhão dourado, cavitação.

ABSTRACT

The growing infestation of golden mussel "*Limnoperna fortunei*" (LF) in the hydraulic systems has become a problem for the operation of pump systems. The LF fixes to surfaces of the pipes, crates, bombs and other elements that are below the water line and forms a crust that decreases flow rate, increasing surface roughness and causing greater head loss on the system. Because of this, several research groups have been devoted to measure head losses promoted by LF infestation progress, with special emphasis on energy loss caused by LF. Meanwhile, the problem of cavitation just being relegated to a second plan, as the impact of the LF on the pumped flow is so significant that the system is stopped for maintenance before they notice that the pump is operating under severe conditions, favorable to the cavitation. This article presents an assessment of the impact caused by LF infestation on the suction pipes of the turbo-pumps. Finally, it presents a case study which assesses the impact of the infestation of the LF in systems supply pipelines of turbo-pumps from the viewpoint of cavitation.

KEYWORDS: eficiência energética, mexilhão dourado, cavitação

**REFLEXÃO SOBRE A REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA –
VAZAMENTO COMO MECANISMO HIDRÁULICO DE PROTEÇÃO**

**Roberto Suse¹, Mariana Espíndola de Souza², Cristovão Vicente Scapulatempo
Fernades³, Daniel Costa dos Santos⁴, Nanci Veriane Quintas Rossigneux⁵,**

¹ Graduando em Engenharia Ambiental – Universidade Federal do Paraná – Rua Coronel Francisco Hoffmann dos Santos, s/n , CEP 81531-990 – CURITIBA – PR – Brasil – e-mail: robertosusse@yahoo.com.br

...ver DVD

RESUMO

Uma das questões técnicas mais relevantes na operação de sistemas de distribuição de água está intrinsecamente relacionada ao controle e redução das perdas/vazamento de água. Em uma abordagem mais direta, estas perdas implicam, além da perda do recurso que está sendo distribuído após seu tratamento, em desperdícios de recursos adicionais, em especial, com custos de bombeamento adicional necessários para atender aos requisitos de demanda. Adicionalmente, possíveis alterações de qualidade da água, com as alterações das características hidráulicas da rede, podem ser significativas. No entanto, um aspecto positivo dos vazamentos, é o de oferecer uma significativa proteção às redes, principalmente para atenuar os impactos devido aos efeitos de inércia e compressibilidade, causados pelas condições dinâmicas de um sistema de distribuição de água. Este trabalho tem como objetivo, destacar a importância dos vazamentos para atenuação dos efeitos de pressão, além de indicar as implicações econômicas de bombeamento.

PALAVRAS-CHAVE: perdas, hidráulica de redes, rede de distribuição de água

ABSTRACT

One of the most relevant technical issues is related to leakage control interesting in water distribution systems. On important aspect of this problem is the physical loss and the economic consequences of it, like energy cost to achieve demands requirement. On the other hand, hydraulic and water quality issues are significant. Interestingly, leakage can offer one important hydraulic protection to the system that should be considered in this analysis that attenuates the impact of inertia and compressibility effects. The main goal of this paper is to quantify the impact of different leakage sizes and explore the potential implications of these distinct aspects.

KEYWORDS: water distribution network, leak, hydraulic efficiency

ESTRUTURA DE GESTÃO E OPERAÇÃO DO SISTEMA NOVO SCOA

V. M. N. A. Borges¹, K. Zahed Filho, L. A. Mello, W. G. Silva, A. Tassoni, V. C. Souza, F. J. Quintella

¹ Sabesp - Rua Cincinato Braga, 481 ap. 53 - Bela Vista - São Paulo - SP - Código Postal: 01333-011 - Brasil - Tel: +55 (11) 3388-8735 - Fax: +55 (11) 3388-8926 - e-mail: ymborges@sabesp.com.br

RESUMO

Este trabalho apresenta o sistema que opera e gerencia o abastecimento de água da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) –o Novo SCOA. Este sistema monitora e controla à distância o nível de 258 reservatórios, 389 bombas automáticas, mais 127 telecomandadas, 207 pontos de pressão e 214 pontos de vazão. O Novo Scoa contempla ferramentas de gestão, como sistema de apoio à decisão (SSD) integrado à as ferramentas de controle e o sistema de interfaces e publicação - inteligência operacional. Um dos principais avanços que o Novo Scoa traz é a expansão do controle operacional migrando do *Supervisory Control and Data Acquisition - SCADA* para um sistema de gestão baseado em modelos matemáticos e inúmeras variáveis de controle que suportam a implantação de um PDCA – *plan, do, control, act*.

PALAVRAS-CHAVE: Abastecimento de água, operação, SCADA, SSD, tempo real.

ABSTRACT

A system to operate and manage water supply for São Paulo Metropolitan Region (RMSP) is presented in this work. Novo SCOA supervises and controls with telemetry: levels of 258 distribution tanks, 389 automatic pumps, 127 telecontrolled pumps, 207 pressure control points and 214 flow control points. Novo SCOA comprises tools for management, as for example, a decision support system (DSS) integrated with real-time control system for operational rules and an interface system for publication of operational information (operational intelligence). One singular enhancement got with Novo SCOA is the evolution from a SCADA system (Supervisory Control and Data Acquisition) to a manager system based on hydraulic mathematical models, water demand forecast model and on a great operational data base that supports a PDCA (Plan, Do, Control, Act) cycle on the water supply process.

KEYWORDS: water supply, operation, SCADA, SSD, real time.

ANÁLISIS ESPECTRAL DEL CONSUMO DOMÉSTICO DE AGUA POTABLEV. Alcocer-Yamanaka¹, V. Tzatchkov

¹ Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Paseo Cuauhnáhuac #8532, Colonia Progreso, Jiutepec, Morelos, CP 62550 - e-mail: yamanaka@tlaloc.imta.mx

RESUMEN

El consumo doméstico de agua potable tiene carácter estocástico y no permanente, por ello recientemente se han desarrollado métodos, que representan su variación como series de Pulsos Rectangulares de Poisson (PRP) o más robustos empleando técnicas de Neyman-Scott (NSRP). Aún cuando este último posee la capacidad de generar series de consumo y tiene la ventaja de abordar el problema de escala en el tiempo, al introducir técnicas de agregación y desagregación temporal, no es posible definir con exactitud tres situaciones: 1) el grado de información que se pierde al muestrear la señal con cierto intervalo de registro y la posible presencia de enmascaramiento ó “aliasing” (en inglés), 2) la frontera en el tiempo con que pueden aplicarse estos procesos de agregación y desagregación, 3) la definición del intervalo óptimo de medición. Para ello en este trabajo se consideran técnicas de Fourier como su transformada discreta (DFT) que permiten realizar el análisis espectral de las señales originalmente medidas en campo. Finalmente se identifica la frontera en el tiempo que permita conocer el intervalo de registro óptimo y con ello conocer el grado de información que se pierde al muestrear la señal original o la posibilidad de presencia de “aliasing”.

PALABRAS CLAVE: consumo doméstico de agua, análisis espectral, modelación, demanda estocástica

ABSTRACT

Since residential water demand is highly unsteady and stochastic, methods have been developed recently in order to represent its variation as Poisson Rectangular Pulse (PRP) series, or more robust ones that employ Neyman-Scott process modeling. Despite of the ability of the latter of generating demand series and their advantage of dealing with time scales by introducing temporal aggregation and disaggregation techniques, it is still not possible to define accurately the following three situations: 1) the order of information that is lost by sampling the demand signal with some registering interval and the possible aliasing effects, 2) the time boundary within which these aggregation and disaggregation processes can be applied, 3) the optimal registering interval. In order to help in defining these situations discrete Fourier transform techniques are considered in this paper that allow for a spectral analysis of the signals registered in the field. Finally a time boundary is identified that allows to obtain the optimal registering interval and with that the order of information that is lost by sampling the original signal or the possibility of aliasing.

KEYWORDS: residential water demand, spectral analysis, modeling, stochastic processes

ANÁLISE SÓCIO-DEMOGRÁFICA PARA A CARACTERIZAÇÃO DE CONSUMOS DOMÉSTICOS EM SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUALuís Castro Pinheiro¹, Dália Loureiro¹, Dídía Covas², Helena Alegre¹

¹ Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) – Av. do Brasil, 101 – 1700-066 Lisboa – Tel: +351 21 8443842 – Fax: +351 21 8443032 – e-mail: dloureiro@lnec.pt; halegre@lnec.pt
...ver DVD

RESUMO

O objectivo principal desta comunicação consiste na identificação e análise dos factores mais relevantes para a caracterização dos consumos domésticos em sistemas de distribuição de água para uma amostra de clientes residentes em Lisboa. Trabalhos anteriores salientam factores como o preço da água, a tarifa, o clima, as características do alojamento e sócio-demográficas e os hábitos do agregado familiar como sendo os que mais influenciam o consumo doméstico de água. A metodologia de estudo adoptada passou pela recolha e processamento de dados de consumo e de dados sócio-demográficos, pela realização um inquérito sobre hábitos de consumo de água, e pela construção de um conjunto de variáveis de consumo e de variáveis sócio-demográficas. Por fim, são apresentados os resultados obtidos com base em análises estatísticas univariadas (incluindo o teste de Kolmogorov-Smirnov com a correcção de Lilliefors) e bivariadas das variáveis de consumo (utilizando a análise de variância a um factor, One-Way Anova). Como principais conclusões do presente estudo salientam-se as seguintes: (i) o consumo médio mensal apresenta uma mediana de 9310,3 l/cliente/mês, o consumo máximo durante os dias úteis é igual a 328 l/cliente/dia e a capitação média é igual a 139 l/hab/dia; (ii) os factores de ponta mensal e diário para o período em análise são iguais a 1,3 e de 2,8, respectivamente; (iii) os factores mais relevantes para a caracterização de consumos domésticos são o n.º de residentes, a tipologia do alojamento, a idade do agregado, a escolaridade do agregado, o n.º de estudantes, o n.º de profissionais activos, o n.º de duches diários.

PALAVRAS-CHAVE: Consumo doméstico, sistemas de distribuição, telemetria, análise estatística, correlação.

ABSTRACT

The current study aims at the identification and analysis of the most relevant factors for the characterization of household consumption in water distribution systems. The main factors are the price of water, the tariff structure, climatic factors, socio-demographic factors, houses characteristics and domestic consumption behaviour. The case study consists of a sample of 240 domestic consumers in Lisbon. The methodology adopted included the collection and processing consumption and socio-demographic data provided by the water utility. Additional data was collected in a survey carried out to the same consumers about their on the water consumption habits. A set of consumption and socio-demographic variables were constructed. Finally, data analysis is carried out based on univariate statistical analyses (including the Kolmogorov-Smirnov test with the correction of Lilliefors) and bivariate statistical analyses of the consumption variables (using analysis of variance, One-Way ANOVA). As main conclusions of the analysis are the following: (i) that the average monthly consumption has a median of 9310,3 liters per customer per month, the maximum consumption on working days is 328 liters per customer per day and the per capita consumption is 139 l/hab/day; (ii) the mensal and daily peak factors are, respectively, 1,3 and 2,8; (iii) the most relevant factors for the characterization of domestic consumption, are among others, the number of residents, the number of rooms (house type), the age of the household, education of the household, the number of students, the number of working professionals and the daily number of showers.

KEYWORDS: household consumption, water distribution, telemetry, statistical analysis, variable correlations.

T09 – Análises Estratégicas**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA RENDA FAMILIAR NA EVOLUÇÃO DO CONSUMO RESIDENCIAL MENSAL HIDROMETRADO DE ÁGUA**D.M. Dias¹, C.B. Martinez, M. Libânio

¹ Universidade Federal de Minas Gerais - Av. Antonio Carlos, 6627 - Pampulha – Belo horizonte – Minas Gerais - Código Postal: 30-140-082 - Brasil - Tel: +55 (31) 3409-4822 - Fax: +55 (31) 3409-4823 - e-mail: david.dias@ibge.gov.br ou dmontero@oi.com.br

RESUMO

Conhecer o mecanismo de consumo de água é cada vez mais necessário às concessionárias de saneamento e ao poder público para que o processo de planejamento e gestão do abastecimento se dê de maneira integrada e os objetivos relacionados à eficiência do uso e distribuição sejam alcançados. Este trabalho analisou a evolução recente do consumo hidrometrado de água em domicílios residenciais de regiões da cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais, confrontando-os às flutuações dos rendimentos familiares. Utilizou-se de dados de consumo de água obtidos junto à Copasa (Companhia de Saneamento de Minas Gerais), além de dados socioeconômicos advindos do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e da Fundação João Pinheiro. Visando resultados abrangentes, duas regiões de Belo Horizonte com características distintas foram escolhidas, sendo uma de maior poder aquisitivo e outra menos favorecida economicamente. Os resultados mostraram forte relação direta entre o consumo de água e os níveis socioeconômicos da população. Mesmo diante das realidades diferentes, ficou demonstrado que oscilações entre picos de consumos máximos e mínimos vem perdendo amplitude, aliada a uma moderada tendência de redução do consumo médio *per capita* em ambas regiões analisadas, sugerindo assim uma mudança comportamental da população no que tange à racionalização para um uso mais eficiente da água.

PALAVRAS-CHAVE: Consumo *per capita*, renda da população, abastecimento de água, racionalização do consumo.

ABSTRACT

The efficient planning and management of the water supply services by the companies depend strongly on the knowlegement of the costumers demand of water and on the companies' capability of developing viable policies for the efficient use of the water systems. This deals with an analysis of the recent history of measured water home consumption by the population of Belo Horizonte city, Minas Gerais state, in comparison with this population's income. Water consumption data are provide by water company Copasa. Data about families' income are provided by statistical institute IBGE and João Pinheiro Foundation. Two residential areas of different socio-economical status are selected to be analyzed in this work. The results show a strong direct relation between water consumption and family income. In both areas analyzed, the results indicate that the maximum and minimum consumption peaks are decreasing and there is a moderate decrease on the average consumption in both areas. Also, it can be observed that the trend of more efficient in water consumption may be explained by the ultimate population behavior change.

KEYWORDS: *Per capita* consumption, population's income, water supply, rationalization of use.

**PROYECCIÓN HÍDRICO-ECONÓMICA DE LA CUENCA TRIBUTARIA ZAMORA
HUAYCO COMO PARÁMETRO DE EFICIENCIA EN LA GESTIÓN INTEGRAL DEL
RECURSO PARA ABASTECIMIENTO HUMANO**

H. Benavides¹.

¹ Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), Unidad de Ingeniería Civil, Geología y Minas (UCG) - San Cayetano Alto, calle Marcelino Champagnat - Loja - Ecuador. Teléfono: (5937) 2570-275 ext 2939. e-blog: www.utpl.edu.ec/blog/holgerbenavides

RESUMEN

El desconocimiento de la cantidad y calidad del agua que puede producir una fuente hidrogeológica, provoca en el sistema de abastecimiento para consumo humano, al cual abastece, un menoscabo progresivo en sus características trascendentes. Dentro del contexto de la gestión, por ejemplo, puede manifestarse una escuálida reingeniería de cuencas tributarias ó un inconsistente sistema de tarificación y recuperación de costos a mediano y largo plazo.

Con este trabajo se aplicó técnicas económicas - ambientales para analizar y evaluar el uso hídrico y determinar la sostenibilidad del aprovechamiento del recurso proveniente de las micro cuencas tributarias, a través de la asignación de un valor económico al recurso agua, por el método de valoraciones contingentes. El tema tiene dos grandes episodios, el primero es una estimación de la cantidad de agua que puede producir la cuenca mediante una relación precipitación - altitud; y el segundo, tiene que ver con la valoración contingente del agua, a través de un estudio de mercado. Finalmente, se proyectó y determinó una cuantía incremental en la tarifa actual para el uso sostenible del recurso hídrico proveniente de las microcuencas “El Carmen” y “San Simón”, pertenecientes a la subcuenca “Zamora Huayco” (ciudad de Loja).

PALABRAS-CLAVE: Ambiente, agua, valoración contingente, estimación hidrológica.

ABSTRACT

The unknown about the water quantity and quality that a hydro geologic resource can produce, this affects the supply system for the human consumption which it supplies, a progressive reduction in its transcendental features. Between the management context, for example, it could get a careless reengineering of tributaries wash-basins or an inconsistently price water cost system and the cost refund to short and long terms.

In this job were applied economic and environmental techniques to analyze and evaluate the use of water and to determine the reality about the benefit from the resource that comes from the tributaries water basins, through an economic value agreement for the water resource, using the contingent valuations. This topic has two huge chapters, the first one is an esteem of the water quantity that the water basin can produce through a flowing – altitude relation; the second one is related with the water contingent value, through a market analyze.

Finally, it was projected and determined an increase quantity in the up-dated price water, for the sustainable of the water power that comes from the wash-basin “El Carmen” and “San Simon”, belonged to the sub wash-basin “Zamora Huayco” (Loja city).

KEYWORDS: Environment, water, contingent valuation, hydrologic estimation.

**ESTRATÉGIAS PARA UNIVERSALIZAÇÃO DOS SERVIÇOS NO SETOR DE
SANEAMENTO BÁSICO NO ESTADO DE SÃO PAULO****J. Batista da Silva Júnior¹, T. H. Ohira²**

¹ Especialista em Hidrologia e Recursos Hídricos pela Universidade Tecnológica de Delft (Holanda) e engenheiro civil pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Diretor técnico da Hidroconsult - HIDROCONSULT Consultoria Estudos e Projetos S.A. - Al. Rio Negro 433, 1o. Andar - Torre Leste, Alphaville - Barueri - SP - CEP: 06454-904 - Brasil - Tel/Fax: + 55 (11) 4195-3111 - email: joaquim@hidroconsult.com.br

...ver DVD

RESUMO

O Estado de São Paulo abriga cerca de 41 milhões de habitantes, aproximadamente 22% da população do Brasil, localizada em uma área de apenas 2,91% de seu território nacional, e responsável pela geração de 33,9% de Produto Interno Bruto brasileiro¹. Ainda assim, a universalização dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário exige esforços superiores aos que têm sido empenhados nos últimos 20 anos. O presente trabalho foi extraído do contexto de um estudo realizado para o Governo do Estado de São Paulo, o qual teve o objetivo de avaliar estratégias de alternativas técnicas e de arranjos jurídicos, financeiros e regulatórios que permitam buscar a ampliação gradual do acesso dos domicílios aos serviços de água e esgoto. Foram gerados cenários e alternativas de metas, a partir dos quais foram determinados os Planos de Metas e Requisitos de Investimentos, até o ano de 2025. As conclusões permitem reconhecer os potenciais e as limitações das propostas de universalização. Fundação Seade, em parceria com o IBGE, divulga os resultados do Produto Interno Bruto (PIB) paulista, que passou de R\$ 643 bilhões para R\$ 727 bilhões, entre 2004 e 2005, com crescimento real de 3,6%, superando os 3,2% registrados para o conjunto do país. A participação do PIB do Estado de São Paulo no Brasil, que nos últimos anos decresceu, reverteu essa tendência, ao se ampliar de 33,1% para 33,9%, a preços de mercado nesse período. Disponível em: <http://www.seade.gov.br>

ALAVRAS-CHAVE: Saneamento básico, Universalização, Metas, Estratégias de gestão.

ABSTRACT

São Paulo State holds around 41 million inhabitants, approximately 22% of the Brazilian population, which lies on just 2,91% of national territory and is responsible for 33,9% of the total Gross Internal Product. Nevertheless, the universalization of water supply and sanitation public services requires resources beyond those which has been assigned during the last 20 years. This paper has been extracted from the whole study context that was performed to the State Government and that aimed at evaluating strategies for technical alternatives and legal, financial and regulatory schemes which allow to pursue the gradual extension of the housing access to water and sewage public services. Scenarios and target alternatives have been generated, and Investment Plans have been determined, to the horizon of 2025. The conclusions allow reckon potential and constraints for Universalization Proposals.

KEYWORDS: Supply and sanitation public services, Universalization, Targets, Strategic management

USO EFICIENTE DA ÁGUA NAS CIDADES: A REGULAMENTAÇÃO DO SANEAMENTO PARA SUSTENTABILIDADE HÍDRICA NO BRASIL

P.B.V. Guimarães¹, M.M.R. Ribeiro.

¹ Universidade Federal de Campina Grande. Caixa Posta 505 – 58100-970 - Campina Grande, PB - Brasil - Telefone: 55 (83) 33101085 Fax: 55 (83) 33101388. e-mail: patriciaborba@ig.com.br.

RESUMO

Buscamos neste trabalho fazer uma revisão do estado da arte acerca do contexto institucional legal definidor dos aspectos relativos ao saneamento básico no Brasil. Com base em fontes primárias contantes de textos legislativos e alguns dados disponíveis nos sistemas públicos, tecemos um quadro comparativo entre a Lei Federal nº 9.433/97, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e a Lei Federal nº 11.445/2007, que institui as Diretrizes Nacionais para o Saneamento no país. Ambas são complementadas por legislações estaduais e regulamentos ambientais diversos, atuando no espaço comum do sistema ambiental do recurso natural água. Aspectos da governança pública do setor foram examinados, para traçar o cenário atual das possibilidades de integração dos textos legais, com vistas à sustentabilidade destas políticas para o uso da água no meio urbano.

PALAVRAS-CHAVE: Brasil. Saneamento. Gestão dos recursos hídricos. Legislação ambiental.

ABSTRACT

This paper makes a revision about the institutional *state of art* for water resources management and the sanitation context in Brazil, defining the legal aspects of them. Based on primary sources of legislation and some data available in public systems, was established a comparative table between the Federal Law No 9.433/97, for the Water Resources National Policy and the Federal Law No 11.445/2007, due to the National Sanitation Guidelines for the country. Both are complemented by local state laws and environmental regulations, acting in the common space of water natural system. Aspects of public governance were examined, to make a framework of possibilities for the integration of the legal texts, with contributions to the sustainability of water use and policies for urban areas.

KEYWORDS: Brazil. Sanitation. Water resources management. Environmental law.

METODOLOGIA DE OPTIMIZAÇÃO MULTI-OBJECTIVO COM RNA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA QUANDO INTEGRADA NA GESTÃO OPERACIONAL DE SAA

Fábio V. Gonçalves¹, Helena M. Ramos²

¹Doutorando do DECivil – Instituto Superior Técnico (IST /UTL) e-mail: fabio.vero@gmail.com

² Professora do DECivil – Instituto Superior Técnico (IST) – Universidade Técnica de Lisboa (UTL) – Av. Rovisco Pais, 1049-001 – LISBOA – Portugal – e-mail: helena.ramos@civil.ist.utl.pt

RESUMO

A preocupação com o consumo de energia em sistemas de abastecimento de água (SAA) vem cada vez mais fazendo com que os gestores dos sistemas procurem soluções óptimas para a eficiência energética de um dado sistema.

O uso de energias renováveis vem aumentando, impulsionado pela crescente preocupação com o efeito do aquecimento global e pelo consumo excessivo de combustíveis fósseis, porém ainda muito aquém do desejado. A aplicação de soluções híbridas baseadas em fontes de energia renovável constitui a solução ideal para a redução da dependência dos combustíveis fósseis, porém a determinação da melhor solução híbrida a ser adoptada, tendo a eficiência energética como objectivo principal, é uma tarefa árdua e complexa, além de exigir modelos complexos de optimização onde o desenvolvimento de ferramentas adicionais (toolkits) se torna difícil.

O uso de redes neuronais artificiais (RNA) para replicar um modelo de optimização poder ser uma alternativa viável e económica, permitindo poupar tempo de processamento e uma maior interacção entre outros modelos de optimização, como os algoritmos genéticos e o modelo de simulação hidráulica EPANET. Esse trabalho visa apresentar a metodologia de optimização multi-objectivo da eficiência energética integrada na gestão operacional de sistemas de abastecimento de água, utilizando redes neuronais artificiais como instrumento para a selecção e optimização da melhor solução a adoptar.

PALAVRAS-CHAVE: redes neuronais artificiais (RNA), eficiência energética, sistemas híbridos.

ABSTRACT

The concern with the consumption of energy in water supply systems is increasingly inducing the managers of the systems in seeking the optimal solutions for the energy efficiency of a such system. The use of renewable energy is increasing, driven by the growing concern about the effect of global warming and the excessive consumption of fossil fuels, but still far from desired levels. The application of hybrid solutions based on renewable energy sources is the ideal solution for reducing the dependence on fossil fuels. However the best hybrid solution be adopted, taking the energy efficiency as a main goal, is a complex and arduous task, besides requiring complex optimization models where the development of additional tools (toolkit) becomes difficult.

The use of artificial neural networks (ANN) to replicate the optimisation process can be a viable and economic alternative, because it will save processing time and a greater interaction among other models of optimisation, such as genetic algorithms and hydraulic simulation models like the EPANET.

This work aims to present a multi-objective optimization methodology of energy efficiency integrated in the operational management of water supply systems, by using neural networks as a tool for selecting and optimizing the best solution.

KEYWORDS: ANN, energy efficiency, hybrid systems.

T10 – Qualidade da Água

MODELACIÓN DEL IMPACTO DEL FENÓMENO DE LA INTRUSIÓN PATÓGENA SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA DE DISTRIBUCIÓN

P. A. López¹, J. J. Mora Rodríguez², F. J. Martínez Solano³, G. López Patiño⁴

¹Profesora - Centro Multidisciplinar de Modelación de Fluidos - Universidad Politécnica de Valencia - Camino de Vera s/n. c.p. 46022 - Valencia, España - e-mail: palopez@gmmf.upv.es
...ver DVD

RESUMEN

Una de las causas de la disminución de rendimiento en las redes de abastecimiento de agua son las fugas. Así como una rotura representa una salida de agua de la red, puede suponer una posible entrada de sustancias circundantes a la fuga. Se genera así un problema de calidad del agua, denominado como intrusión patógena. Éste representa un riesgo de contaminación para la población suministrada. Los principales efectos patógenos se ligan a la presencia de virus y bacterias que pueden causar enfermedades por transmisión hídrica. La modelación conjunta del proceso de intrusión patógena considera modelos hidráulicos y de aspectos de calidad. En la presente contribución se analizan posibles fuentes de contaminación: agua que se encuentra presente en dos tipos de flujos externos a las conducciones. Se realiza la modelación de entrada de contaminante, analizando la cantidad que se introduce en base a condiciones de presión y de las características y duración del defecto, centrando esta contribución al proceso de entrada del contaminante a través de defectos controlados mediante la modelación física y computacional de un parámetro conservativo con objeto de representar el problema y obtener una extrapolación de los procesos que ocurren a nivel de las redes de distribución y abastecimiento de agua.

PALABRAS CLAVE: Intrusión patógena, fuentes de contaminación de agua potable, modelación de la intrusión en tuberías.

ABSTRACT

Leaks are one of the causes of decrease performance in water supply. As a break represents a leakage of drinking water, it may suppose a potential entry of substances surrounding the leak. This can generate a problem of water quality, known as pathogen intrusion. This represents a risk of contamination for the supply population. The main pathogen effect is the presence of viruses and bacteria that can cause diseases transmitted by water. The whole modeling of pathogen intrusion process considers hydraulic and quality aspects models. In this contribution we analyze possible sources of contamination: water that is located in two types of external flows to the mains. A modeling of pollutant entrance is made, analyzing the pollutant quantity introduced based on pressure conditions and the nature and duration of the defect. This contribution focus on the process of entry of the pollutant through defects controlled through physical and computational modeling of a conservative parameter to represent the problem and to get an extrapolation of the processes that occur at the level of distribution networks and water supply.

KEYWORDS: pathogen intrusion, contamination sources of water supply, modeling mains intrusion.

AVALIAÇÃO DA CARGA DE POLUIÇÃO DIFUSA NA DRENAGEM PLUVIAL URBANA DE BRASÍLIA/DF

N. A. Campana¹, J. A. Silva Jr.

¹ Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – ENC, Faculdade de Tecnologia – FT, Universidade de Brasília – UnB, Campus Universitário Darcy Ribeiro – Asa Norte – Brasília/DF – CEP 70.910-900, e-mail: mnestor@unb.br

RESUMO

O escoamento pluvial urbano veicula cargas poluidoras que contribuem para a degradação dos corpos d'água receptores desse escoamento. Em decorrência do uso e ocupação do solo em áreas urbanas, assim como das atividades desenvolvidas nesse ambiente, são geradas cargas poluidoras cujo local de origem não se consegue precisar exatamente, e que na ocorrência de chuvas são incorporadas ao escoamento superficial e transportadas nos sistemas de drenagem até seu lançamento final nos corpos de água receptores. Em geral, a primeira parte do escoamento superficial tende ser a mais poluída, sendo este fenômeno relatado na bibliografia especializada como carga de lavagem do escoamento superficial. A quantificação desta carga apresenta grande importância na avaliação do impacto por ela produzido e na gestão integrada da drenagem urbana. Assim, este trabalho foi motivado por essa constatação, entre outras razões, e apresenta dados do monitoramento de uma bacia hidrográfica da área urbana da cidade de Brasília/DF, proporcionando novos conhecimentos sobre a carga de lavagem em ambiente urbano típico. Distintos parâmetros de qualidade e quantidade da água foram avaliados para distinguir o nível de deterioração da água em relação à duração do escoamento pluvial e em relação ao tipo de ocupação ao longo da rede de drenagem.

PALAVRAS-CHAVE: carga difusa, drenagem urbana, escoamento superficial, qualidade da água.

ABSTRACT

The urban stormwater runoff carries pollution loads that contribute to the degradation of water bodies recipients. As a result of the use and occupation of land in urban areas as well as the activities developed in this environment, are generated pollution loads whose place of origin cannot be specified accurately, and in case of rainfall are incorporated into the runoff and transported in the systems drainage until their end point into water bodies' recipients. Generally, the first part of the runoff tends to be more polluted, and this phenomenon is usually reported in the specialized literature as "first-flush". The water's resource management could be helped to predict how the environmental impact will be if these pollution loads were well known. Thus, this work was motivated by that situation, among other reasons, and presents data from the tracking of a watershed in the urban area of the city of Brasília/DF, providing new knowledge on first-flush in a typical urban environment. Different water's parameters of quality and quantity were evaluated to discern the water deterioration level per runoff time and also kind of occupation along the drainage network.

KEYWORDS: diffuse load, urban management, runoff, water quality.

ENQUADRAMENTO DOS CORPOS HÍDRICOS EM CLASSES SEGUNDO OS USOS PREPONDERANTES: ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RESERVATÓRIO DE BARRA BONITA - SP.**James. L. Maia¹, Frederico. F. Mauad², Francisco. C. Dalmo³, Liliane. L. Albertin⁴**

¹ Doutorando do PPG-SEA – Escola de Engenharia de São Carlos – Av. Trabalhador São Carlense, 400 – São Carlos – Brasil – e-mail: jamesjanela@yahoo.com.br
...ver DVD

RESUMO

O reservatório de Barra Bonita está localizado no estado de São Paulo – Brasil. Este foi construído para fins de geração de energia hidrelétrica, mas hoje constata-se que são feitos múltiplos usos de suas águas, como: transporte fluvial (Hidrovia Tietê-Paraná), irrigação, turismo, lazer, pesca e como suporte ao desenvolvimento do complexo industrial da região. Frente a este cenário o objetivo do trabalho foi comparar os dados obtidos em campo pelo trabalho no ano de 2006 para alguns parâmetros de qualidade da água (potencial hidrogeniônico, temperatura, transparência da água, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e turbidez) com os dados aferidos pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) no ano de 2005 adotando como critério o enquadramento do reservatório na Classe II de qualidade da água, segundo seus usos preponderantes. Nesta classe, as águas se destinam ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, como natação e mergulho; à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins e campos de esporte. O trabalho foi respaldado pelas leis nº 9.433 de 8/01/1997, nº 7.633 de 30/12/1991 e pela resolução nº 357 de 17/03/05 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA).

PALAVRAS-CHAVE: Reservatório, qualidade da água, enquadramento de classes.

ABSTRACT

The reservoir of Barra Bonita is located in the state of Sao Paulo - Brazil. This was built for hydroelectric power generation, but today it can be seen that are made multiple uses of their waters, such as: transport river (Watercourse Tietê-Paraná), irrigation, tourism, recreation, fisheries and to support development of complex industrial region. Facing this scenario the objective of the study was to compare the data from the field work in 2006 for some water quality parameters (hydrogenionic potential, temperature, transparency of the water, electric conductivity, dissolved oxygen and turbidity) with the data measured by Company of Technology of Sanitation Environmental (CETESB) in 2005 adopted as a criterion in the framework of the tank Class II water quality, according uses preponderant. In this class, the waters are intended to supply for human consumption after conventional treatment, the protection of aquatic communities; the primary contact recreation, such as swimming and diving, the irrigation of vegetables, fruit plants and parks, gardens and fields of sport. The work was kot by the laws nº 9.433 of 08/01/1997, nº 7.633 of 30/12/1991 and the resolution nº 357 of 17/03/05 of the National Council for the Environment (CONAMA).

KEYWORDS: Reservoir, water quality, framework of classes.

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE MEMBRANA DE ULTRAFILTRAÇÃO
PARA O TRATAMENTO DE ÁGUA POTÁVEL**

J. C. Mierzwa¹, L. R. V. Veras, M. C. C. Silva

¹ Av. Professor Lúcio Martins Rodrigues, 120 Cidade Universitária, Butantã, São Paulo – SP, Código Postal: 05508-900, Brazil Tel: +55 (11) 3091-5329 email: mierzwa@usp.br

RESUMO

Em todo o mundo, muitos mananciais apresentam problemas de qualidade resultantes da ação antrópica. A avaliação do potencial de utilização dos processos de separação por membranas é de grande relevância para a produção de água potável nestes casos.

Esse trabalho propõe a investigação do desempenho de um sistema composto por pré-tratamento seguido de membrana de ultrafiltração, aplicado no tratamento de água para abastecimento na Região Metropolitana de São Paulo - Brasil. O desempenho operacional do sistema e a remoção de contaminantes foram avaliados. A realização de paradas periódica com alívio de pressão e descarga de água, descarga intermitente de concentrado e a aplicação de cloro na água de alimentação contribuíram para o bom desempenho do sistema. Dentre os principais resultados, destacam-se remoções de turbidez, cor e matéria orgânica de até 98,7%, 97,9% e 80%, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: Membrana, ultrafiltração, desempenho de membrana
ABSTRACT

Worldwide, many springs present quality problems due to anthropogenic action. The evaluation of membrane separation processes use for drinking water production is of great relevance.

The aim of this work is the performance evaluation of a system, composed by pretreatment and spiral wound ultrafiltration membrane, applied in a spring in Sao Paulo - Brazil. System operational performance and contaminants removal efficiency have been evaluated. The periodic system flushing, intermittent concentrate discharges, and raw water chlorination have contributed to a better performance of the system. Turbidity, color and organic matter removals reached 98.7 %, 97.9 % and 80 %, respectively.

KEYWORDS: Membrane, ultrafiltration, membrane performance.

DETERMINAÇÃO DE PARÂMETRO DE DECAIMENTO DE CLORO RESIDUAL JUNTO ÀS PAREDES DE TUBULAÇÕES APLICADO A SETOR DE REDE REAL**Sérgio Ricardo Toledo Salgado¹, Luisa Fernanda Ribeiro Reis²**

¹ Analista de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo – IEMA-ES, BR 262 Km 0 S/N - Jardim América - CEP: 29140-500 – Cariacica –ES, Brasil - e-mail: ssalgado@iema.es.gov.br

² Professora Titular, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC - USP), Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, Departamento de Hidráulica e Saneamento, Av. do Trabalhador São-carlense, 400 – Centro, caixa postal 359 - 13566-590 – São Carlos - SP, Brasil - e-mail: fernanda@sc.usp.br

RESUMO

Com o objetivo da prevenção de doenças de veiculação hídrica e manutenção da qualidade da água para abastecimento, adota-se a aplicação de desinfetante ao final do tratamento, e, em alguns casos, em outros pontos da rede. O cloro é o desinfetante mais comumente utilizado para esse fim, devido a características como potencial residual de desinfecção e custo relativamente baixo. Entretanto, algumas reações do cloro produzem subprodutos com potencial carcinogênico. Por essa razão, embora seja prudente a manutenção de cloro residual no sistema, concentrações elevadas são indesejáveis. A concentração residual decai ao longo do sistema devido às características físicas, biológicas e químicas da rede e os modelos computacionais podem reproduzir tal comportamento. Entretanto, a aplicação desses modelos depende da calibração dos parâmetros do decaimento do cloro. Este artigo apresenta a aplicação de um modelo de calibração para determinar esses parâmetros, com o auxílio do simulador EPANET e dos Algoritmos Genéticos. O estudo foi realizado para uma rede real investigada anteriormente, sendo calibrados o parâmetro de decaimento na zona da parede da tubulação (k_w) e o fator (F), que relaciona o decaimento junto às paredes das tubulações com as perdas de carga. Os parâmetros determinados mostraram-se mais aptos em reproduzir o decaimento do cloro que aqueles ajustados anteriormente.

PALAVRAS-CHAVE: rede de abastecimento de água, qualidade da água, cloro residual, calibração, algoritmos genéticos.

ABSTRACT

With the objective of water-related diseases prevention and water supply quality maintenance, the application of disinfectant at end of the treatment process and, in some cases, at points of the network is adopted. Chlorine is the more commonly used disinfectant to this purpose, due to its characteristics like residual disinfection potential and relatively lower costs. However, some chlorine reactions can produce potentially carcinogenic subproducts. This is the reason why, even so the maintenance of residual chlorine into the system is provident, high concentrations are undesirable. The residual concentration decays along the system due to physical, biological and chemical characteristics of the network and computational models can reproduce such a behavior. Meanwhile, this model application depends on the calibration of chlorine decay parameters. Focused on this problem, this paper presents results of a calibration model application to determine these parameters, with help of EPANET simulator and Genetic Algorithms. The study was performed for a real network investigated before, for which wall chlorine decay parameter (k_w) and factor (F), which relates the wall pipe chlorine decay with headloss, were fitted. The parameters so determined shown themselves more apt to reproduce the chlorine decay than that fitted before.

KEYWORDS: Water supply network, water quality, residual chlorine, calibration, genetic algorithms.

T11 – Automação e Controle**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA PREVISÃO DE CHEIAS, VIA TELEFONIA****Artur José Soares Matos² Alexandre Augusto Barbosa¹ Frederico Fabio Mauad³**

¹Doutorando - Universidade de São Paulo Escola de Engenharia de São Carlos EESC-USP – Av Trabalhador São Carlense 400 – São Carlos – SP - Brasil arturjmatos@gmail.com

² Professor da Universidade Federal de Itajubá – Avenida BPS, 1303 Bairro Pinheirinho - Itajubá, MG, Brasil – e-mail: barbosa@unifei.edu.br

³Professor da Universidade de São Paulo Escola de Engenharia de São Carlos EESC-USP – Av Trabalhador São Carlense 400 – São Carlos – SP - Brasil mauadffm@sc.usp.br

RESUMO

Este projeto introduz uma metodologia de previsão de cheias aplicada na Bacia do alto Sapucaí – sul de Minas Gerais. Esta foi baseada em formulações empíricas para canais abertos, e utiliza uma transmissão de dados e recursos não intrusiva dos aparelhos, que é capaz de determinar nível e conseqüente a vazão nas seções. Os métodos de medição atuais, normalmente são arrastados através da subida das águas. Utilizando formulações empíricas, é possível obter, por meio de aquisição de dados e desenvolvimento de uma linguagem de programação, excelentes produtos, que podem ser prático, para várias regiões que sofrem com problemas de cheias.

PALAVRAS-CHAVE: Previsão de cheias, não intrusivos, transmissão de dados

ABSTRACT

This project introduces a methodology for overflowing prevision into high Sapucaí's basin - Minas Gerais south . It's bases in empiric application in the open channel, and utilizes a transmission data resources and no intrusive apparatus, it's able determines discharge and resultant flow level up to sections. The actually measurement methods, normally are dragged through high water. Utilizing empiric formulations, is possible gain, by means of data acquisition and programming language works, excellent products than may be practical for several regions that suffer with overflowing problems.

KEYWORDS: overflowing prevision, no-intrusive, data transmission.

**ENSAIOS EM INSTALAÇÕES DE BOMBEAMENTO IN SITU ATRAVÉS
DE UM LABORATÓRIO MÓVEL**

Augusto Nelson Carvalho Viana¹, Mateus Ricardo²

¹ Professor do Curso de Engenharia Hídrica – Instituto de Recursos Naturais – Universidade Federal de Itajubá – Av. BPS, 1303, Bairro Pinheirinho, Cidade Itajubá, CEP 37500-903, Estado Minas Gerais - Brasil – e-mail: augusto@unifei.edu.br.

² Pesquisador do Grupo de Energia – Instituto de Recursos Naturais – Universidade Federal de Itajubá – Av. BPS, 1303, Bairro Pinheirinho, Cidade Itajubá, CEP 37500-903, Estado Minas Gerais - Brasil – e-mail: mateus@unifei.edu.br.

RESUMO

O trabalho apresenta um Laboratório Móvel munido de instrumentação para medidas hidráulicas e elétricas para ensaios em instalações de bombeamento. São apresentados desde a adaptação do furgão, a instrumentação e os equipamentos necessários, bem como sua equipe experiente para execução do trabalho, tendo como propósito principal avaliar energeticamente conjuntos moto-bombas no saneamento, nas indústrias, prédios e meio rural.

PALAVRAS-CHAVE: Instalações de Bombeamento, Conjuntos Moto-Bombas e Conservação de Energia.

ABSTRACT

The work presents a Mobile Laboratory fitted with instrumentation for hydraulic and electrical for pumping station plants tests. Furthermore, since the adaptation of the van, instrumentation and the necessary equipment, as well as their experienced team to undertake the work, with the main purpose of energetic evaluation of motopumps in sanitation, industries, buildings and rural areas.

KEYWORDS: Pumping Stations, Motopump groups, Energy Saving.

**AUTOMAÇÃO E CONTROLE DO SISTEMA PILOTO DE
DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DO LENHS UFPB**

**Heber P. Gomes¹, Saulo de T. M. Bezerra², Paulo S. O. Carvalho³, Ronildo I. S. Alencar⁴,
Andre C. B. Gomes⁵**

¹ Professor do Departamento de Engenharia Civil - Laboratório de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento da Universidade Federal da Paraíba (LENHS UFPB) - Cidade Universitária - João Pessoa - PB - Brasil - CEP 58050-900 - e-mail: heberp@uol.com.br.

...ver DVD

RESUMO

O Sistema Piloto de Distribuição de Água (SPDA) do Laboratório de Eficiência Energética e Hidráulica da Universidade Federal da Paraíba (LENHS UFPB) consiste de uma rede pressurizada de distribuição, alimentada por bombeamento, totalmente instrumentalizada e automatizada mediante um Controlador Lógico Programável (CLP), supervisionado através de um programa supervisor de aquisição e transmissão de dados (SCADA). Por ser um sistema automatizado, ele admite o desenvolvimento de rotinas de controle, simulação e monitoração, em tempo real, produzindo uma massa de dados, em forma de relatórios, que possibilita a sua interpretação e análise. O sistema destina-se às atividades de ensino, pesquisa e extensão no âmbito da UFPB e de demais instituições do Brasil e exterior. O SPDA será um importante instrumento de pesquisa e de treinamentos, destinados a engenheiros de empresas operadores de distribuição de água. As pesquisas e treinamentos serão direcionados, primordialmente, a trabalhos de redução de perdas de água e energia elétrica em sistemas pressurizados de abastecimento de água.

PALAVRAS-CHAVE: LENHS, eficiência energética e hidráulica, laboratório

ABSTRACT

The Water Distribution Pilot System (SPDA) of the Laboratory of Energy and Hydraulic Efficiency from Federal University of Paraíba (LENHS UFPB) consists of a pressurized water supply network, fed by pumping, fully automated and instrumentalized by a Programmable Logic Controller (PLC), supervised by a supervisory control and data acquisition software (SCADA). As an automated system, it admits the development of routines of control, simulation and monitoring, in real time, producing a mass of data in report form, which allows its interpretation and analysis. The system is designed to activities of teaching, research and extension under the UFPB and other institutions in Brazil and abroad. The SPDA will be an important research and training tool, intended for engineers from water supply operators companies. Research and training will be directed for the work of reducing losses of water and electricity in water supply pressurized systems.

KEYWORDS: LENHS, energy and hydraulic efficiency, laboratory

**LÓGICA FUZZY APLICADO AO CONTROLE DE PRESSÃO
EM SISTEMAS DE BOMBEAMENTO**

Saulo de T. M. Bezerra¹, Wil L. L. Camboim¹, Simplicio A. da Silva², Heber P. Gomes³, Magno J. G. da Silva¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica - Laboratório de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento - Centro de Tecnologia - Universidade Federal da Paraíba - Cidade Universitária - João Pessoa - PB - Brasil e e-mail's: saulo@lenhs.ct.ufpb.br, wil@lenhs.ct.ufpb.br e magno@lenhs.com.br.

² Professor do Departamento de Engenharia Mecânica - Centro de Tecnologia - Universidade Federal da Paraíba - Cidade Universitária - João Pessoa - PB - Brasil - e-mail: sarnauld@ct.ufpb.br.

³ Professor do Departamento de Engenharia Civil - Centro de Tecnologia - Universidade Federal da Paraíba - Cidade Universitária - João Pessoa - PB - Brasil - e-mail: heber@lenhs.ct.ufpb.br.

RESUMO

Apresenta-se, neste trabalho, um sistema de controle “inteligente” aplicado à sistemas de bombeamento de água. O sistema de controle desenvolvido utiliza a técnica fuzzy para controlar a pressão na saída da bomba, em um valor ou faixa preestabelecida pelo usuário, por meio da variação da velocidade de rotação do motor elétrico. O controle de rotação do motor é feito com um inversor de frequência, comandado por um sinal elétrico de tensão variável. Com isso, a decisão passa a ser orientada, em tempo real, a partir de uma lógica computacional baseada em regras linguísticas. Este controlador proporciona maior desenvolvimento para o controle de rotação, racionalização no consumo de água e energia e redução dos custos operacionais.

PALAVRAS-CHAVE: controle fuzzy, eficiência energética, bomba, motor elétrico.

ABSTRACT

This work presents an "intelligent" control system applied to water supply pumping systems. The control system developed uses the fuzzy technique to control the pressure at the pump output, in a value or range predefined by the user, through the variation of the rotational speed of the electric motor. The control of rotation of the motor is made with a variable frequency drive, controlled by an electric signal of variable voltage. Thus, the decision will be oriented, in real time, from a logic based on computational linguistic rules. This controller provides greater performance for the rotation control, rationalizing the consumption of water and energy and reducing operational costs.

KEYWORDS: fuzzy control, energy efficiency, pump, electric motor.

ASPECTOS DO EMPREGO DE INVERSORES DE FREQUÊNCIA EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA**W. Rodrigues¹, E. Luvizotto Jr., J.G.P. Andrade, P. Vatavuk**

¹ SANASA-Campinas - Av. da Saudade, 500 – Campinas - CEP 13041.093 - São Paulo - Brasil
Fax: +55 19 37355070 e-mail: wrod765@yahoo.com.br

RESUMO

Instalações de bombeamento são comumente encontradas em qualquer sistema que envolva o transporte de líquidos, como sistemas públicos de abastecimento. Num passado não distante, os projetos dessas instalações eram super dimensionados e, na maioria das vezes, nunca chegavam a operar em sua plenitude. A operação de controle de vazão, através de uma válvula na saída da estação de bombeamento, sempre foi uma ação nociva sob variados aspectos, além do desperdício de energia elétrica que esse tipo de operação provoca. Paralelamente, a energia elétrica se tornou mais cara e sua geração mais complicada se observado os impactos ao meio ambiente. Em condições tão desfavoráveis, o inversor de frequência se tornou uma peça importante na missão de racionalizar o uso da energia elétrica sem afetar em muito o sistema original. Neste trabalho são apresentados os aspectos principais do emprego destes dispositivos em instalações de bombeamento; referentes a sua implantação e operação, que decorrem de experiências práticas no abastecimento de água da cidade de Campinas – SP – Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: Inversores de frequência, instalações de recalque, economia de energia.

ABSTRACT

The pumping systems are frequently found in any process which involves transport of liquids, like the public water systems. In a recent past, these pumping systems plans were oversized and, frequently, did not work in their full potential. The flow regulated by throttling has always presented, in all senses, a harmful effect to the installation. Moreover, this kind of action has caused waste of electric energy. Along with that the cost of electric energy has been increasing and its production has created damages to the environment. Since we have so many negative conditions, the variable speed drive has become the most important part to rationalize the use of electric energy causing no affect on the operation of the system. In this paper are presented the basics of variable speed drive in water supply systems and the experiences in use by the water supply company of Campinas city, Sao Paulo state – Brazil.

KEYWORDS: variable speed drive, pump systems, optimal operation

Água e Energia são duas importantes variáveis do futuro

A preocupação em manter em qualidade e quantidade a oferta de água e energia em condições operacionais e eficientes, nos dias de hoje, quando as infra-estruturas estão sujeitas a alterações climáticas adversas, faz com que inúmeras políticas de investigação, educação e governação, sintam a necessidade de se questionarem na procura de soluções óptimas, sem que para isso o meio ambiente seja afectado.

Vários estudos têm sido desenvolvidos por diferentes especialistas, proporcionando novos conhecimentos na área da gestão da água e nos efeitos que ela tem sobre o consumo de energia, mostrando-se um meio eficaz para obter soluções inovadoras. São notórias as frentes de investigação neste domínio na procura de soluções que melhorem os meios de exploração das companhias de saneamento e na forma de se adaptarem às alterações climáticas. Deste modo, pretende-se que através do SEREA se consigam obter importantes contributos junto da comunidade científica e da indústria na resolução de problemas reais.

O seminário Ibero-Americano – SEREA – teve início em 2002, em João Pessoa – Paraíba (Brasil), tendo como principal objectivo a consolidação de parcerias entre diversas instituições, sempre com o apoio da investigação Universitária e a experiência da Indústria.

É um evento respeitado no meio técnico-científico do Brasil e de Espanha e que nas últimas edições contou com a inclusão de conceituadas universidades, como o Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa – IST (Portugal), Universidade Nacional Autónoma de México (México), Universidade Nacional da Colômbia (Colômbia), Universidade Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (México), Escola de Engenharia de São Carlos – USP (Brasil), entre outras instituições e diversos profissionais de vários países Ibero-Americanos, que em cada ano enriquecem ainda mais o evento.

O SEREA permite realizar valiosos intercâmbios de experiências técnico científicas e de avanços na investigação, em vários domínios que compreendem componentes de avaliação estratégica e económica de projectos, modelação matemática para apoio ao projecto, avaliação do desempenho e eficiência hidráulica e energética, controlo e segurança das infra-estruturas, gestão operacional dos sistemas.



Promotores



UNIVERSIDADE FEDERAL
DA PARAÍBA - BRASIL

LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA
ENERGÉTICA E HIDRÁULICA
EM SANEAMENTO



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CENTRO
MULTIDISCIPLINAR
DE INVESTIGACIÓN
DE FLUIDOS



Patrocinadores



SIMTEJO
Grupo Águas de Portugal

FCT

Fundação para a Ciência e a Tecnologia
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR

Apoios



INDUSTRIAMBIENTE
ASSOCIAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO E GESTÃO AMBIENTAIS



ISBN 978-989-95838-0-1



9 789899 583801