16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

LIVRO DE RESUMOS

Gestão dos Recursos Hídricos e das Zonas Costeiras em Cenário de Adaptação Climática

Maputo, Hotel Montebelo Indy, 26 A 30 DE MAIO DE 2025

16.º Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Portuguesa

XI Congresso sobre Planeamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa

Apresentação

A Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos (APRH), a Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH), a Associação Cabo-Verdiana de Recursos Hídricos (ACRH), a Associação Aquashare Moçambique e a Associação Moçambicana de Avaliação de Impacto Ambiental (AMAIA) informam que o 16º Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Portuguesa e o XI Congresso sobre Planeamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa se realizarão de 26 a 30 de maio de 2025, em Maputo, Moçambique, sob o tema: Gestão dos Recursos Hídricos e das Zonas Costeiras em Cenário de Adaptação Climática.

Informações: 218443428 | aprh@aprh.pt | www.aprh.pt

Organização

Patrocinadores

Apoios institucionais

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

LIVRO DE RESUMOS

Gestão dos Recursos Hídricos e das Zonas Costeiras em Cenário de Adaptação Climática

Maputo, Hotel Montebelo Indy, 26 A 30 DE MAIO DE 2025

16.º Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Portuguesa

XI Congresso sobre Planeamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa

Patrocinadores ouro

Patrocinador prata

Apoio institucional

Título
Gestão dos Recursos Hídricos e das Zonas Costeiras em Cenário de Adaptação Climática: Livro de Resumos do 16.º Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Portuguesa e do XI Congresso sobre Planeamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa

Edição
APRH - Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos

Comissão Editorial
Jorge Cardoso Gonçalves
Carlos Coelho

Data da edição
22 de maio de 2025

ISBN 978-989-8509-42-0

APRH - Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos
a/c Laboratório Nacional de Engenharia Civil
Av. do Brasil, 101 - 1700-066 LISBOA - PORTUGAL
Tel. 21 844 34 28 | aprh@aprh.pt | www.aprh.pt

INDÍCE

MENSAGENS 19

COMISSÕES 22

TEMAS 23

16.º SIMPÓSIO DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS DOS PAÍSES DE LÍNGUA PORTUGUESA

10
CONTRIBUTOS PARA O PLANEAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS EM RISCO A PARTIR DO ESTUDO DE CASO DA BULGÁRIA 25
Pedro BETTENCOURT, Sónia ALCOBIA, José Paulo MONTEIRO, Luís COSTA, Ângela CANAS, Lyubomir ANGELOV, Aleksey BENDEREV

14
PROJETO VET4HYDRO – PARCERIA DE FORMAÇÃO PARA A HIDROENERGIA 26
João Nuno FERNANDES, Felix BANZE, Sílvia AMARAL, Ricardo SANTOS, Ivo DIAS, Fulgêncio NHUMAIO, Aurélio SINE, Isulete LIMA, Carlos CORREIA E SILVA, João LEAL

15
OPTIMIZAÇÃO DA EXPLORAÇÃO DE ALBUFEIRAS EM PERÍODOS CRÍTICOS. ESTUDO DE CASO: ALBUFEIRA DE CAHORA BASSA, MOÇAMBIQUE 27
Hélder FRANCISCO

16
PRODETAABE – AUMENTO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA PARA AS COMUNIDADES 28
Félix BANZE, Faria Luísa, Cipriano da SILVAL, Ilidio MAGENGE, Johane CHINHACATA, Iolanda BAMBO, Vasco GOVENE, Celso FAIFE, Carlos FENHANE, Tiago VILANCULOS

29
PROTEÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NOS AGROECOSSISTEMAS ORIZÍCOLAS – ESTUDO DE CASO DO BAIXO MONDEGO, PORTUGAL 29
José M. GONÇALVES, Olga FILIPE, Manuel NUNES, Sérgio OLIVEIRA, Susana FERREIRA, Kiril BAHCEVANDZIEV, Paula AMADOR, Isabel DUARTE, Jorge VAREJÃO, Cláudia SANTOS, Filipe MELO, Rosinda LEONOR, Helena MARQUES, Teresa VASCONCELOS

30
ESTUDO DO SOLO EM CAMPOS DE ARROZ NO BAIXO MONDEGO, PORTUGAL 30
Rosinda L. S. PATO, Daniel A. CHONGO, Sérgio OLIVEIRA, José Manuel GONÇALVES

32
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA EM AGROECOSSISTEMAS ORIZÍCOLAS NO BAIXO MONDEGO, PORTUGAL 31
Isabel Maria DUARTE, Paula AMADOR, Helena MARQUES, Teresa VASCONCELOS, José Manuel GONÇALVES

35
GESTÃO INTEGRADA CIRCULAR - UMA VISÃO PARA OS SERVIÇOS DE ÁGUAS 32
Jorge CARDOSO-GONÇALVES, José TENTÚGAL-VALENTE, Diana TAVARES

36
GESTÃO OPERACIONAL DE INFRAESTRUTURAS HIDRÁULICAS 33
Jorge CARDOSO-GONÇALVES , José TENTÚGAL-VALENTE

37
PROJETO DE LOTEAMENTO SUSTENTÁVEL – CIRCULARIDADE NA GESTÃO DA ÁGUA E ENERGIA ... 34
Jorge CARDOSO-GONÇALVES , Samuel GONÇALVES, Diana TAVARES

38
NEXO ÁGUA-ENERGIA-ALIMENTAÇÃO – PROPOSTA CONCEPTUAL DE UM MODELO TEÓRICO DE DESENVOLVIMENTO COMUNITÁRIO SUSTENTÁVEL 35
Ana Helena PINTO , Jorge CARDOSO-GONÇALVES, Mariana Coelho SILVA, Diana TAVARES

48
A VANTAGEM DA GESTÃO INTEGRADA PARA MITIGAÇÃO DAS ALTERAÇÕES CLIMATÉRICAS 36
Hélder PINHEIRO DA COSTA

49
USO EFICIENTE DA SENSORIZAÇÃO PARA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS..... 37
Hélder PINHEIRO DA COSTA

50
A INVESTIGAÇÃO EM PASSAGENS PARA PEIXES EM PORTUGAL – ESTADO ATUAL E CAMINHOS FUTUROS 38
José M. SANTOS , Ana L. QUARESMA, Filipe ROMÃO, Susana AMARAL, Daniel MAMERI, Marta SANTO, Jorge BOCHECHAS, Ana M. TELHADO, Francisco GODINHO, João PÁDUA, Paulo PINHEIRO, Ana T. SILVA, Teresa VISEU, Pedro R. ALMEIDA, Teresa FERREIRA, António PINHEIRO, Paulo BRANCO

54
CONTROLO DE INUNDAÇÕES DA BAIXA DE MAPUTO - CRITÉRIOS, ESTRATÉGIAS E INTERVENÇÕES.. 39
José Saldanha MATOS , Tiago COSTA, Isabel VAZ, Evans MAMBO, Victor MABEIA, Filipa FERREIRA

55
RISCOS COMPOSTOS DE INUNDAÇÕES EM CIDADES COSTEIRAS – O CASO DA CIDADE DE MAPUTO, EM MOÇAMBIQUE 40
Filipa FERREIRA , José Pedro MATOS, Diogo MENDES, Sílvia CABRITA, José Saldanha MATOS

56
GESTÃO E TRATAMENTO DE LAMAS FECAIS EM MAPUTO, MOÇAMBIQUE - A ETAR DO INFULENE E O ATERRO DE KATEMBE 41
Filipa FERREIRA , Joana PISOEIRO, Fernando MAZUZE, Raul JÚNIOR, José Saldanha MATOS

57
ZAMVISÃO - UMA VISÃO PARTILHADA SOBRE A RESILIÊNCIA ÀS CHEIAS NA ZAMBÉZIA..... 42
Joana VIEIRA DA SILVA, Fredrik HUTHOFF, Josje HOEFSLOOT, Francisca MULUANA, Peter LETITRE, Jaap VAN DER SALM

58
A COMUNICAÇÃO COMO FERRAMENTA MULTIDISCIPLINAR NA PROMOÇÃO DA RESILIÊNCIA DA SOCIEDADE A EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO 43
Ana Estela BARBOSA

59
PROJETO ALBUFEIRA – PROGRAMA DE AVALIAÇÃO CONJUNTO DAS MASSAS DE ÁGUA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS HISPANO-PORTUGUESAS 44
António Tovar FARO , Belén Calleja ARRIERO, Francisco Cortés SANCHEZ, José Luis Vargas PONCINI, Manuel Toro VELASCO, María Díaz REDONDO, Maria Felisbina QUADRADO, Maria Teresa FERREIRA, Maria Verdugo ALTHöFER, Netftali ROBLAS

60
SOLUÇÕES DE CONTENTORIZAÇÃO NA INDÚSTRIA DA ÁGUA 45
Hélder PEREIRA

61
AVALIAÇÃO DE RISCOS CLIMÁTICOS E A ESTRATÉGIA DE REDUÇÃO DE IMPACTOS DE DESASTRES.... 46
Carmindo MBANGUINE, Sergio UILISSONE

64
SISTEMAS URBANOS DE DRENAGEM SUSTENTÁVEL (SUDS): ESTUDO DE CASO 47
João SANTOS

65
VIABILIDADE ECONÓMICA NA REUTILIZAÇÃO DA BIOMASSA DOS LEITOS DE MACRÓFITAS USADOS PARA TRATAMENTO DE ÁGUA RESIDUAL COMO FONTE DE RENDIMENTO NAS COMUNIDADES 48
Marla MUJOVO, Ana GALVÃO, José Saldanha MATOS

68
ANÁLISE DA EXPANSÃO URBANA E MUDANÇAS CLIMÁTICAS SOBRE A FREQUÊNCIA E MAGNITUDE DAS INUNDAÇÕES URBANAS – O CASO DE MAPUTO – MOÇAMBIQUE 49
Edelino Guilherme FOQUIÇO

70
AVALIAÇÃO DA TENDÊNCIA DOS FACTORES DINAMIZADORES DAS CHEIAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO REVÚBUÈ EM MOÇAMBIQUE 50
Hélder FRANCISCO , Moisés MACAMBACO

71
DELIMITAÇÃO AUTOMÁTICA DA SUB BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO LUGENDA, USANDO MDE E EXTENSÃO ARC HYDRO 51
João MACOMBE

74
O IMPACTO DO EL NIÑO OSCILAÇÃO SUL (ENSO) NA BACIA DO ZAMBEZE E AS SUAS IMPLICAÇÕES NA DISPONIBILIDADE DE ÁGUA PARA A GERAÇÃO DE ENERGIA HIDROELÉCTRICA NO ANO HIDROLÓGICO 2023/24 52
José MATOLA , Manuel MAHUNGUANA

75
(RE)PENSAR AS REDES HIDRÁULCIAS DOS EDIFÍCIOS – AROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS E CINZENTAS 54
Jorge CARDOSO-GONÇALVES , Samuel GONÇALVES, Diana TAVARES

76
DESAFIOS DE FINANCIAR AS INFRA-ESTRUTURAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA (TEMA QUE ABRANGE AS REFORMAS INSTITUCIONAIS E PPP'S) 55
Rosmina SITOE, Jeremias MALOA, Elias MACHAVA, Sérgio CAVADIAS

78
IMPACTOS AMBIENTAIS DE ÁGUAS DE ESCORRÊNCIA RODOVIÁRIAS: ADITIVOS DE PNEUS COMO POLUENTES DE ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS URBANOS 56
João L. T. PESTANA, Ana Estela BARBOSA

86
VIABILIDADE DE EXPLORAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NOS DISTRITOS DE CHIGUBO, FUNHALOURO, MABOTE E GOVURO 57
Fátima ISMAEL, Mário LANGA

88
SISTEMAS DESCENTRALIZADOS DE LAMAS FECAIS: UM MODELO DE DECISÃO MULTICRITÉRIO 58
Carolina CASTRO , Rita MATOS, José Saldanha MATOS

91
O MERCADO DE SERVIÇOS DE ÁGUA E SANEAMENTO EM MOÇAMBIQUE E O DESENVOLVIMENTO DOS OPERADORES DE ÁGUAS 59
Manuel ALVARINHO

92
OPTIMIZAÇÃO DE PERDAS RESULTANTES DO PROCESSO DE TRATAMENTO DE ÁGUA NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA) DE UMBELUZI ATRAVÉS DA REUTILIZAÇÃO DOS EFLUENTES - DIMENSIONAMENTO DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS 60
João Afonso FRANCISCO

93
EXPERIÊNCIA DA REGIÃO METROPOLITANA DE MAPUTO NA REDUÇÃO DE PERDAS COMERCIAIS NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA 61
Joaquim BIÉ

95
PROJECTO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA TRANSFRONTEIRIÇO ÀS VILA DE NAMAACHA EM MOÇAMBIQUE E VILA DE LOMAHASHA NO REINO DE ESSWATINE 63
"UMA LIÇÃO/EXEMPLO DE COOPERAÇÃO REGIONAL" 63
Arlindo CORREIA

96
ESTUDO SOBRE INCIDÊNCIA DE FUGAS NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO À REGIÃO METROPOLITANA DE MAPUTO 64
Aníbal COLHER

97
REDUÇÃO DE PERDAS FÍSICAS COMO ESTRATÉGIA DE MITIGAÇÃO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS A PARTIR DO LADO DA OFERTA (OPERADOR) 65
Aníbal COLHER , Félix TIVANEA

108
DESENVOLVIMENTO DE CAPACIDADES DOS OPERADORES DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM MOÇAMBIQUE - ESTUDO DE CASO DO PO35 66
Alcino Luís NHACUME

109
SISTEMA PARA CARACTERIZAÇÃO DE EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO MENSAL EM BACIAS DE USINAS DO SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL (SIN) BRASILEIRO - CLIMEX 67
João Paulo Jankowski SABOIA , Isabella Ecard BARROS, Alice Marlene GRIMM, Ricardo Carvalho de ALMEIDA, Bernardo LIPSKI, Violet Ishaka Grenda Izabeli Menezes da SILVA, Henrique Schinaider SILVA, Maria Clara PONTELLO,Bruno Cougo KOWALCZUK, Ugo Maranhão LEAL, Alessandro Enos TULIO, Thainá Rodrigues FERNANDES, Lucas Borges PICARELLI, Victor Campos Viera da ROSA

110
SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA E RESILIENTES PARA PROTEGER A COSTA DA CIDADE DA BEIRA, MOÇAMBIQUE, CONTRA O IMPACTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DOS CICLONES 68
Carlos Noa LAISSE, Rute NHAMUCHO, Ahmed Sayed Mohamed AHMED

111
AVALIAÇÃO DE UMA PASSAGEM PARA PEIXES SELETIVA PARA IMPEDIR A PROGRESSÃO DE ESPÉCIES PISCÍCOLAS INVASORAS 69
Felipe ROMÃO , Ana L. QUARESMA, Susana D. AMARAL, Joana SIMÃO, Renan LEITE, Francisco J. BRAVO-CÓRDOBA, Francisco J. SANZ-RONDA, António N. PINHEIRO, José M. SANTOS

112
USO DE ÁGUA DE NASCENTE E PRESERVAÇÃO AMBIENTAL EM ÁREAS COM RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS ESCASSOS 70
Gabriel Maurício COMACOMA, Baltazar Paulo NIPUITE, Shoichi YOKOGI

113
SISTEMAS SOLARES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA POVOADOS E PEQUENOS AGLOMERADOS POPULACIONAIS 71
Dipac Ramniclal MAGANLAL

114
SANEAMENTO URBANO EM MOÇAMBIQUE: LIÇÕES PRELIMINARES DA IMPLEMENTAÇÃO DO PROJECTO DE SANEAMENTO URBANO 72
Luís MACÁRIO, Anita Novidade Magumisse FILIPE, Alfredo ALEXANDRE, Nélio Barros MARQUES, Hortêncio LOPES

115
REFLEXÕES SOBRE O ESTADO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS A NÍVEL GLOBAL 73
João Paulo LOBO-FERREIRA

116
DESENVOLVIMENTO DE GUIAS PARA A GESTÃO DE LAMAS FECAIS E CAPACITAÇÃO DO INSTITUTO REGULADOR DOS SERVIÇOS DE ELECTRICIDADE E ÁGUA DE ANGOLA 74
Rita Ventura MATOS , Alexandra CARDOSO, Ana Rita RAMÔ, Virgínia GABRIEL, Tiago SANTOS, Ricardo MARQUES, Raquel ALMEIDA, Filipa FERREIRA, Analtina MATEUS, Edmund JOHN, Adriano Almeida MAYANO, Elsa RAMOS, António MONTEIRO, José Saldanha MATOS

119
ANÁLISE INTEGRADA DE OUTORGA DE USO DA ÁGUA E LICENCIAMENTO AMBIENTAL EM BACIAS HIDROGRÁFICAS COSTEIRAS 75
Emanoeli Rodrigues ALBUQUERQUE, Yvonilde Dantas Pinto MEDEIROS, Andrea Sousa FONTES

124
O IMPACTO DA GESTÃO DE PROJECTOS E OPERAÇÃO NA REALIZAÇÃO DOS ODS: AVALIAÇÃO PÓS-IMPLEMENTAÇÃO DE INFRAESTRUTURAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM MOÇAMBIQUE 76
Magalhães MANGAMELA

125
INTEGRAÇÃO DA MODELAGEM CLIMÁTICA NO PLANEAMENTO DA DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA: ANTECIPANDO ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS PARA UMA GESTÃO HÍDRICA EFICIENTE 77
Lársio JOÃO

127
MUDANÇAS NOS PADRÕES DE TEMPESTADES TROPICAIS E SEU IMPACTO NAS ÁREAS COSTEIRAS DE ANGOLA 78
Anacleto DIOGO, Vasco CHITECULO, Domingos NETO

128
QUERCUS SUBER E RESILIÊNCIA URBANA A EPISÓDIOS DE PRECIPITAÇÃO 79
Pedro MATIAS, Carla ANTUNES, Amílcar DUARTE, Manuela MOREIRA DA SILVA

130
ÁGUA, ENERGIA E FLUXOS DE CARBONO NUM ESPAÇO VERDE URBANO - JARDIM DAS COMUNIDADES, ALMANCIL-LOULÉ, PORTUGAL 80
Manuela MOREIRA DA SILVA, Lídia TERRA, Horácio CARVALHO, Pedro MATIAS, Vera SIMÕES

131
O PAPEL DOS FORNECEDORES PRIVADOS DE AGUAS (FPA) NO GRANDE MAPUTO 81
Claudette LAVALLEE

132
PREVISÃO DAS REGIÕES AFECTADAS PELAS INUNDAÇÕES E SIMULAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO INFULENE 82
Chris S. I. MONGO, Cândido A. MANUEL, Dinis JUÍZO, Clemêncio NHANTUMBO, Dominic JOAQUIM, Michaque DOSSE

134
GOVERNANÇA DA ÁGUA: DESAFIOS E OPORTUNIDADES NO MUNDO LUSÓFONO 83
Susana NETO

139
AVALIAÇÃO DO EFEITO DA INTRUSÃO SALINA NO FUNCIONAMENTO DO ECOSSISTEMA DAS TERRAS HÚMIDAS DE MACANETA, CONSIDERANDO O EFEITO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS 84
A. S. CHIRICO JÚNIOR, D. JUÍZO, C. M. NHANTUMBO, D. JOAQUIM

140
AVALIAÇÃO DA ÁGUA PARA O CONSUMO HUMANO NA BACIA DO RIO INFULENE, MAPUTO 85
Jéssica Sofia LANGA, Clemencio NHANTUMBO, Dinis JUÍZO, Dominic JOAQUIM, Michaque DOSSE

141
ALGORITMO PARA O MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO DE CHEIAS PARA DIFERENTES MAGNITUDES - UMA APLICAÇÃO PRÁTICA PARA A BACIA DO RIO BÚZI NO CONTEXTO DA CHEIA DO IDAI 2019 86
Agostinho VILANCULOS, Filoca FONDO, Sheila CASSAMO

142
USO DE MÉTODOS ESTATÍSTICOS PARA A VALIDAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO ESTIMADA POR SATÉLITES DE OBSERVAÇÃO ATMOSFÉRICA 87
Agostinho VILANCULOS, Messias MACIE, Gustavo DGEDGE, Moisés FADUCO

143
MELHORIA DE MODELOS DE ELEVAÇÃO DIGITAL PARA USAR PARA A MODELAÇÃO HIDRODINÂMICA DE ESTUÁRIOS: CASO DO ESTUÁRIO DO RIO INCOMATI 88
Nordino PALULUANE, Clemêncio NHANTUMBO, Dinis JUÍZO

146
DETERMINAÇÃO EXPEIMENTAL DA EXTERNSÃO DA INTRUSÃO SALINA NO ESTUÀRIO DO RIO INCOMATI 89
Vânia Dulcineia Joaquim SAÚL, Clemêncio NHANTUMBO, Dinis JUÍZO

147
AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA ANTIBIÓTICOS NA ÁGUA DE CONSUMO NA BACIA DO RIO INFULENE 90
Rosângela MATARUCA, Dominic JOAQUIM, Michaque DOSSE, Clemêncio NHANTUMBO, Dinis JUÍZO

151
AVALIAÇÃO DA OCORRÊNCIA DE BACTÉRIAS RESISTENTES A ANTIBIÓTICOS NO SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL NA BACIA DO RIO INFULENE 91
Flora Edlene MEQUE, Clemêncio NHANTUMBO, Dominic JOAQUIM, Michaque Lourenço DOSSE, Dinis JUÍZO

155
ESTIMATING GHG EMISSIONS FROM SANITATION SYSTEMS IN MOZAMBIQUE AND IMPLICATIONS FOR NATIONALLY DETERMINED CONTRIBUTIONS 92
Nelson MATSINHE , Clemencio NHANTUMBO, Olivia REDDY, Guy HOWARD, Clara BARRET, Jonathan PARKINSON

160
MODELAGEM DE CONSUMO UTILIZANDO DADOS DE VAZÃO VIA TELEMETRIA EM REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA. ESTUDO DE CASO: LAGO NORTE, DISTRITO FEDERAL, BRASIL 93
Enzo D'Angelo Arruda DUARTE , Diogo Fidelis COSTA, Alexandre Kepler SOARES

162
INFLUÊNCIA DAS PARTICULARIDADES FÍSICO- GEOGRÁFICAS E SÓCIO-ECONÓMICA DOS DISTRITOS DE MOMA-LARDE NOS SERVIÇOS DE ÁGUA E SANEAMENTO 96
Xavier TINDIO, Isaías SOUSA, Célia DAVID, Pelton HORÁCIO, Cremildo MARTINHO

166
OCORRÊNCIA DE ANTIBIÓTICOS E BACTÉRIAS RESISTENTES EM ÁGUAS RESIDUAIS E RISCOS RELACIONADOS A SUA REUTILIZAÇÃO – PERSPECTIVA DE MOÇAMBIQUE COM BASE NO ESTUDO DE CASO GHANA 97
Jenita CANGOLA , Felix K. ABAGALE, Samuel J. COBBINA, Richard A. OSEI, Osvaldo MOIAMBO, Raul MUTEVUIE, Jaime MUHATE, Amélia MABOTE

172
AVALIAÇÃO DOS DADOS QUANTITATIVOS DO INE SOBRE ACESSO AO ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL..... 98
Ricardo AMÓS

174
PLANEAMENTO ESTRATÉGICO DE WASH PARA ZONAS DE RISCO DE CÓLERA: PILOTO DA FERRAMENTA DE CUSTEIO DE WASH PARA CÓLERA EM DOIS DISTRITOS DE MOÇAMBIQUE 99
Jean Christophe BARBICHE, Lenay Alexandra BLASON, Ryan SCHWEITZER, Kwanayi MEKI, Koenraad VANCRAEYNEST

178
URBANIZAÇÃO, CHEIAS E INUNDAÇÕES URBANAS: DESAFIOS ADICIONAS PARA O SANEAMENTO URBANO NA CIDADE DE QUELIMANE 101
Hortêncio Sunde Manuel LOPES

186
REFORÇO DOS SISTEMAS PARA A PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS RURAIS RESILIENTES DE ÁGUA, SANEAMENTO E HIGIENE EM MOÇAMBIQUE 102
Teresa Miguel, Abilio CUAMBA

188
APLICAÇÃO DE VALVULAS REDUTORAS DE PRESSÃO (VRP) PARA REDUÇÃO DE PERDAS FÍSICAS – CASO DE ESTUDO DE CAMPOANE (MAPUTO – MOÇAMBIQUE) 103
Joaquim BIÉ, Abel NHANALE, Eduardo RODRIGUES

191
URBANIZAÇÃO, CHEIAS E INUNDAÇÕES URBANAS: COMO CONSTRUIR RESILIÊNCIA NA CIDADE DE TETE 104
Anita Novidade Magumisse FILIPE

193
REPRESAS DE AREIA: UMA ALTERNATIVA DE ARMAZENAMENTO DE ÁGUA PARA AS REGIÕES SEMI-ÁRIDAS E ARIDAS 105
Francisco MACARINGUE

195
RECURSO HÍDRICOS E A PRODUÇÃO DE ENERGIA 106
(PROVÍNCIA DE NAMPULA - MOÇAMBIQUE) 106
E. GOVATE, F. MALALA, C. OMAR

197
REFORÇO DOS SISTEMAS PARA A PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS RURAIS RESILIENTES DE ÁGUA, SANEAMENTO E HIGIENE EM MOÇAMBIQUE 107
Teresa MIGUEL, Abilio CUAMBA

201
PLANO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS DE MOCAMBIQUE(DESAFIOS E PERSPECTIVAS) 108
Egídio GOVATE

202
MODELO DO BALANÇO HÍDRICO PARA SIMULAÇÃO DA EXPLRORAÇÃO DA ALBUFEIRA DE MUNDA NHAURIRE E SUAS REGRAS DE OPERAÇÃO 109
Moisés Paulo MACAMBACO, José Rodrigues MATOLA

203
REPRESAS DE AREIA: UMA ALTERNATIVA DE ARMAZENAMENTO DE ÁGUA PARA AS REGIÕES SEMI-ÁRIDAS E ARIDAS 110
Celso FAIFE

205
GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DA REGIÃO SUL DE MOÇAMBIQUE E TRANSFRONTEIRIÇOS 111
Leonel BILA

208
PRESERVAÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA COMO RESERVA ESTRATÉGICA PARA UM FUTURO RESILIENTE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA REGIÃO SUL DE MOÇAMBIQUE 112
Valter MACHATINE

209
BASE DE DADOS SIRHAS UTENTES V PRIMAVERA 113
Cristina MAHIQUE

210
CONSTRUÇÃO DE PEQUENAS BARRAGENS E RESERVATÓRIOS ESCAVADOS PARA MITIGAÇÃO DOS IMPACTOS DAS SECAS E CHEIAS NA REGIÃO SUL DE MOÇAMBIQUE 114
Archer DETE

211
GESTÃO DE DIQUES DE PROTECÇÃO CONTRA CHEIAS E INUNDAÇÕES NA REGIÃO SUL DE MOÇAMBIQUE USANDO PLATAFORMAS DIGITAIS 115
Yannick BEETE

16.º SIMPÓSIO DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS DOS PAÍSES DE LÍNGUA PORTUGUESA

3
FENÔMENOS HIDRÓLOGICOS E DE EROSÕES EXTREMAS ANALISADOS NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS MEIA PONTE E DE LICUNGO (BRASIL E MOÇAMBIQUE) 117
Edson Subtil da COSTA, Nilson Clementino FERREIRA

25
GESTÃO PARTICIPATIVA COM O ENVOLVIMENTO DAS COMUNIDADES NA RESTAURAÇÃO DO ECOSSISTEMA DE MANGAL, NA PROVÍNCIA DE NAMPULA 118
Sónia Ricardo MUANDO, Olímpio Jacinto VALENTIM

27
AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE DA CIDADE DA MAXIXE, FACE A EROSÃO COSTEIRA E ELEVAÇÃO DO NÍVEL DAS ÁGUAS DO MAR 119
Carmindo MBANGUINE, Sérgio UILISSONE

28
GESTÃO COSTEIRA INTEGRADA: UM ESTUDO DE CASO PARA O MUNICÍPIO DE MAGÉ – RJ 120
Caíque Marchon da Costa ROCHA

33
PRÁTICAS DE MITIGAÇÃO DOS PROBLEMAS DE EROSÃO COSTEIRA EM PORTUGAL 121
Carlos COELHO

40
PORTO DE SINES - APLICAÇÃO DO PROGRAMA OSOM+ 122
Rui CAPITÃO, Conceição J.E.M. FORTES, Rute LEMOS, Maria João HENRIQUES, Luís Gabriel SILVA

41
NOVO PORTO DAS LAJES DAS FLORES (ILHA DAS FLORES–AÇORES)ESTUDOS EM MODELO FÍSICO 123
Rute LEMOS, Conceição J.E.M. FORTES, Luís Gabriel SILVA, Rosa Emília SOARES, Rui REIS

43
O PAPEL DOS DADOS LIDAR NA DELIMITAÇÃO DA RESERVA ECOLÓGICA NACIONAL EM ZONAS COSTEIRAS 124
Rui Pereira REIS, António ALVES DA SILVA

44
UTILIZAÇÃO DE DADOS DE REANÁLISE ERA-5 NUMA REGIÃO COM ESCASSEZ DE INFORMAÇÃO: BAÍA DE NACALA, MOÇAMBIQUE 125
Luís Ivens PORTELA

45
MECANISMOS DE INTEGRAÇÃO DE ASPECTOS DE VULNERABILIDADE CLIMÁTICA NO PROCESSO DE ORDENAMENTO TERRITORIAL 126
Jéssica MUGUAMBE , Luís BUCHIR

47
FINITE ELEMENT MODELLING OF HARMONIC TIDAL LOADING ON A HETEROGENOUS COASTAL AQUIFER USING COMPLEX NUMBER THEORY 127
Stephen D. THOMAS

52
STORMWATER ATTENUATION AND ENHANCED INFILTRATION SYSTEM IN AN URBAN ENVIRONMENT: PART II – TO MITIGATE DROUGHT AND SALINE WATER INTRUSION 128
Stephen D. THOMAS

63
RUMO A UM PLANEAMENTO E GESTÃO COSTEIRA ADAPTATIVOS: CASO PORTUGUÊS E FUTUROS CASOS NOS PALOP 129
Sofia VALENTE, Paulo PINHO, Fernando VELOSO-GOMES

67
MONITORIZAÇÃO DA EVOLUÇÃO DA OCUPAÇÃO DO SOLO INTEGRANDO TECNOLOGIA LIDAR: AS VANTAGENS DA SUA UTILIZAÇÃO COMO SUPORTE AO ORDENAMENTO E GESTÃO DA ÁGUA EM ZONAS COSTEIRAS 131
Rui M. Pereira REIS, Maria José VALE

69
DISPERSÃO DE MICROPLÁSTICOS INDUZIDA POR EVENTOS EXTREMOS NA BAÍA DE PEMBA ... 132
Nélio SITOE , Shakira SILVA, Avelino LANGA, José PINHO

77
ADAPTAÇÃO DOS PORTOS ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS E AO AUMENTO DOS FLUXOS POR VIA MARITÍMA E DAS DIMENSÕES DOS NAVIOS 133
Fernando VELOSO GOMES

80
DESENVOLVIMENTO DE ABORDAGEM NUMÉRICA DE MÉDIO/LONGO-PRAZO PARA ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DE INTERVENÇÕES DE ALIMENTAÇÃO ARTIFICIAL DE PRAIAS 134
Ana Margarida FERREIRA , Carlos COELHO, Paulo A. SILVA

81
IMPACTO DA DINÂMICA BARRA-BERMA NA EVOLUÇÃO DA INTERAÇÃO BARRA-BERMA-DUNA, CONSIDERANDO O EFEITO DE PROCESSOS DE TRANSPORTE DE SEDIMENTOS TRANSVERSAIS E LONGITUDINAIS 135
Ana Margarida FERREIRA , Carlos COELHO, Paulo A. SILVA

87
ANÁLISE PROBABILÍSTICA DA VULNERABILIDADE DA ZONA COSTEIRA DA CIDADE DE MAPUTO A TEMPESTADES MARÍTIMAS ANTES DA INTERVENÇÃO E CONSIDERAÇÕES SOBRE O PROJECTO DE PROTECÇÃO COSTEIRA DE MAPUTO 136
Fátima ISMAEL, Jaime PALALANE, Tiago OLIVEIRA

103
IMPACTO DA PRECIPITAÇÃO NA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DE UM ESTUÁRIO E CONSEQUÊNCIAS ECONÓMICAS. O CASO DO ESTUÁRIO DO MONDEGO, PORTUGAL 137
Ana Carla GARCIA , Barbara CAMARÃO

104
SEAPOWER – ASSOCIAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA ECONOMIA AZUL AO SERVIÇO DA INOVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO 138
Ana Carla GARCIA , Manuel OLIVEIRA

105
CONTRIBUIÇÃO PARA O ESTUDO DA EVOLUÇÃO DO CLIMA DE AGITAÇÃO MARÍTIMA EM FRENTE AO ARCO CAPARICA - ESPICHEL 139
Filipa S. B. F. OLIVEIRA , Alphonse NAHON, André B. FORTUNATO, Francisco SANCHO, Paula FREIRE, Luís PORTELA

120
SOLUÇÕES HÍBRIDAS BASEADAS NA NATUREZA PARA A REDUÇÃO DE RISCOS COSTEIROS ... 140
Paulo ROSA-SANTOS , Mahmoud ABOUHALIMA, Luciana das NEVES, Francisco Taveira PINTO

121
PILOTOS DE DIGITAL TWINS PARA APOIAR A GESTÃO DA POLUIÇÃO DA ÁGUA EM REGIÕES COSTEIRAS DE ÁFRICA 141
Marta RODRIGUES , Anabela OLIVEIRA, Isa O. ELEGBEDE, Luís PORTELA, Corrine ALMEIDA, Orilonishe SUMMAYAH, João FERNANDES, Björn FIEDLER, Yara RODRIGUES, Estanislau B. LIMA

122
PREVISÃO E MONITORIZAÇÃO DA CIRCULAÇÃO E DA QUALIDADE DA ÁGUA EM ZONAS COSTEIRAS: O SERVIÇO CONNECT 142
Marta RODRIGUES , André B. FORTUNATO, Ricardo J. MARTINS, Gonçalo JESUS, Ana C. BRITO, Alphonse NAHON, Anabela OLIVEIRA, José L. COSTA, Elsa ALVES, Zahra M. KORANI

129
A DESSALINIZAÇÃO SOLAR COMO ORIGEM ALTERNATIVA DE ÁGUA PARA USOS URBANOS NÃO-POTÁVEIS - ILHA DA CULATRA, FARO, PORTUGAL 143
Manuela Moreira da SILVA , Cláudia SEQUEIRA, Vânia SOUSA, André PACHECO

133
SISTEMA DE PREVISÃO E ALERTA DE CHEIAS E INUNDAÇÕES PARA O ESTUÁRIO DO RIO DOURO 144
José PINHO , Willian Weber de MELO, Isabel IGLESIAS

138
AVALIAÇÃO DO EFEITO DA INTRUSÃO SALINA NO FUNCIONAMENTO DO ECOSSISTEMA DAS TERRAS HÚMIDAS DE MACANETA, CONSIDERANDO O EFEITO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS .. 145
A. S. CHIRICO JÚNIOR, D. JUÍZO, C. M. NHANTUMBO, D. JOAQUIM

150
O PROJETO NUTRIMO: DESENVOLVIMENTO DE RAÇÕES ARTESANAIS PARA A NUTRIÇÃO DE TILÁPIAS EM AQUACULTURA COMUNITÁRIA EM CABO DELGADO, MOÇAMBIQUE 146
Amadeu SOARES, Rui ROCHA, Henriques BUSTANI, Andreia RODRIGUES, Silvia PIRES

152
INTEGRAÇÃO DA ABORDAGEM DA ORIGEM ATÉ AO MAR PARA ESTIMATIVA DE CAUDAIS AMBIENTAIS – CASO DO ESTUÁRIO DO RIO INCOMÁTI 147
Zubaida ESPERANÇA, Clemêncio NHANTUMBO, Dinis JUÍZO

157
OS DESAFIOS DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA NAS ZONAS RURAIS EM MOÇAMBIQUE: CASO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE CHANGALANE, DISTRITO DE NAMAACHA 148
Amélia Francisco MABOTA, Anastácia da Graça Salvador Machaieie CHALE

158
O IMPACTO DAS INUNDAÇÕES URBANAS NAS VIAS DE ACESSO EM MOÇAMBIQUE: CASO DA VIA QUE LIGA OS BAIRROS NKOBE E PATRICE LUMUMBA 149
Anastácia da Graça Salvador Machaieie CHALE

161
IMPACTO DO SANEAMENTO BÁSICO NA REGIÃO COSTEIRA DO DISTRITO DE MOMA NO CONTEXTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS 150
Isaias SOUSA, Cremildo MARTINHO, Célia DAVID, Xavier TINDIO, Pelton HORÁCIO

175
GESTÃO DA ÁGUA: DESAFIOS NA INTEGRAÇÃO DAS ZONAS COSTEIRAS 151
Ramiro NEVES, Ana Carla GARCIA, Carlos COELHO, Filipa OLIVEIRA, José Luís PINHO, Luciana das NEVES, Márcia LIMA, Óscar FERREIRA, Paulo ROSA-SANTOS, Tiago FERRADOSA, Rui LANÇA

180
AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE DA PRAIA DA VITÓRIA (TERCEIRA, AÇORES) AOS GALGAMENTOS COSTEIROS 152
Larize LIMA , Conceição FORTES, Ana Catarina ZÓZIMO, Liliana PINHEIRO

182
A IMPORTÂNCIA DA INVESTIGAÇÃO NA GESTÃO DE AMBIENTES LAGUNARES: IMPACTES DA ABERTURA ARTIFICIAL DE UMA BARRA DE MARÉ – O CASO DA LAGOA DE SANTO ANDRÉ (PORTUGAL) 153
Anabela CRUCES, Conceição FREITAS, César ANDRADE, Vera LOPES

183
MONITORIZAÇÃO DA RENOVAÇÃO ANUAL DO HIDROSSOMA DA LAGOA DE SANTO ANDRÉ (PORTUGAL) - UM SISTEMA LAGUNAR COM BARRA DE MARÉ EFÉMERA 154
Anabela CRUCES, Maria da Conceição FREITAS, Elisabete MAURÍCIO, César ANDRADE, Vera LOPES

184
CARBONO AZUL NOS SAPAIS DO ESTUÁRIO DO MINHO (PORTUGAL) 155
Vera LOPES, Maria da Conceição FREITAS, Xosé Lois OTERO

190
METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DE INTERVENÇÃO NAS ZONAS COSTEIRAS BASEADAS EM ANÁLISE CUSTO BENEFÍCIO 156
Carlos COELHO, Márcia LIMA, Ana Carla GARCIA, Filipa OLIVEIRA, José Luís PINHO, Luciana das NEVES, Óscar FERREIRA, Paulo ROSA-SANTOS, Ramiro NEVES , Tiago FERRADOSA, Rui LANÇA

214
APLICAÇÃO DE MODELO HIDROLÓGICO PARA ESTIMATIVA DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA NA REGIÃO METROPOLITANA DE RECIFE-PE 157
Jhonny Matheus Marinho SILVA, Candice Schauffert GARCIA , Maíra Martim de MOURA, Karen Sayuri Ito SAKURAI

PROGRAMA RESUMIDO 160

Jorge Cardoso Gonçalves

Presidente da Comissão Organizadora Internacional do
16.º SILUSBA

Num contexto de complexidade e exigência na gestão dos Recursos Hídricos, em particular num cenário de adaptação climática, é urgente promover uma gestão inteligente da água, desde a origem até ao mar, com uma visão supra-setorial e de cooperação internacional. O 16.º SILUSBA – Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Portuguesa será realizado em conjunto com o XI Congresso sobre Planeamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa, tendo como tema geral do evento a "Gestão dos Recursos Hídricos e das Zonas Costeiras em Cenário de Adaptação Climática". Em Maputo, de 26 a 30 de maio de 2025, vamos debater as ameaças, os desafios e as oportunidades do "futuro da água".

Carlos Coelho

Presidente da Comissão Organizadora Internacional do
XI CONGRESSO ZONAS COSTEIRAS 2025

O Congresso sobre Planeamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa é uma organização da responsabilidade da APRH, AMAIA, ACRH e ABRH. As dez edições anteriores do congresso alternaram o local de organização entre Portugal (2001, 2007, 2015 e 2019), Brasil (2003, 2009 e 2021), Moçambique (2005 e 2013) e Cabo Verde (2011). Apesar das diferentes realidades, patentes na dimensão, grau de exposição, capacidade económica, etc., estes países apresentam problemas comuns nas zonas costeiras. Esta edição do congresso dará destaque à gestão das zonas costeiras em cenário de adaptação climática, possibilitando seguramente uma partilha enriquecedora de conhecimento e experiências.

Bento Mualoja

Presidente da Comissão Organizadora Local do
16.º SILUSBA *e* **XI CONGRESSO ZONAS COSTEIRAS 2025**

Bem-vindos à Cidade de Maputo, cidade de acácias rubras e venham assistir um espetáculo único, o despertar deslumbrante do sol das águas do Índico. É com a maior satisfação que a Associação Aquashare (AQUASHARE) vos comunica a realização do 16.o Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos de Países de Expressão Portuguesa (SILUSBA) e do XI Congresso de Planeamento e Gestão de Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa (CPGZC), de 26 a 30 de maio de 2025 na Cidade de Maputo, capital da República de Moçambique. O SILUSBA e o CPGZC são espaços privilegiados para debate de ideias e temas estratégicos do sector de águas que afectam os nossos países. Venham e vamos falar das nossas de águas e zonas costeiras na nossa língua comum! Afinal, os SILUSBA em Maputo são sempre a grande festa de todos nós!

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

Ana Carla Garcia

Presidente da Comissão Científica do **XI CONGRESSO ZONAS COSTEIRAS 2025**

No atual contexto de mudanças climáticas e problemas associados, urge olhar para a gestão da água da sua origem até ao mar, pois só assim será possível desenvolver uma gestão sustentável e eficaz do litoral.
O XI CPGZC irá permitir a troca de ideias e boas práticas entre os diversos países de expressão portuguesa e promover a cooperação entre eles.
Olhar para a ocupação do litoral e os problemas que enfrentamos com a erosão costeiras aliados à necessidade de implementação dos objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS), obriga a pensar em novos visões e soluções para as zonas costeiras.
Acredito que o XI CPGZC será uma mais valia para se pensar no futuro da gestão das zonas costeiras e mar.

Dinis Juízo

Presidente da Comissão Científica do **16.º SILUSBA**

Estamos muito entusiasmados pela vossa adesão e interesse no 16º SILUSBA, um espaço de cooperação científica, único, no domínio das águas no espaço da Lusofonia. O tema central deste SILUSBA realça a ideia de Aldeia Global em que vivemos, onde as soluções dos problemas, mesmo quando localizadas, se beneficiam da experiência de lugares por vezes distantes. Esperamos pelas vossas contribuições nas sessões temáticas e plenárias nesta temática Recursos Hídricos e Clima, ajude as nossas sociedades a escolher as melhores medidas de adaptação, mitigação com base na inovação técnica e científica que contribui para o desenvolvimento sociocultural comum.

Kemal Vaz

Presidente da AMAIA

A AMAIA tem participado com grande entusiasmo na organização destes eventos, que se mostram essenciais em um momento em que o mundo enfrenta desafios climáticos significativos. Acreditamos que esta é uma oportunidade para discutir e encontrar soluções, especialmente para os países costeiros afectados ciclicamente por fenômenos naturais. Estes encontros científicos oferecem uma chance única de intercâmbio de conhecimentos, experiências e avanços tecnológicos entre profissionais, pesquisadores, estudantes e tomadores de decisão das nações lusófonas. A realização simultânea dos eventos destaca a importância da colaboração entre os países lusófonos na busca por soluções para os desafios globais relacionados à água e ao meio ambiente, contribuindo para o alcance das metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

António Pedro Pina

Presidente da ACRH

Bem-vindos ao 16° SILUSBA e ao XI CPGZC. A linda cidade das acácias rubras, ostenta enorme beleza arquitetónica, desempenha um papel estruturador no tecido urbano e está preparado para acolher, mais uma vez, e amavelmente, os amigos das águas da CPLP. Penduraremos orgulhosamente as águas, nas árvores - acácias, de modo a que o cidadão comum leia, que tenha algo para ler e partilharemos as nossas experiências e investigação científica com um pingo de consciência, fazendo com que o conhecimento, seja uma fonte inesgotável de prazer e incentivaremos todas as pessoas que sintam a sede da leitura!

Bem hajam!

Alexandre Kepler

Presidente da ABRHidro

O Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Portuguesa, em sua 16ª edição, será realizado em conjunto com o XI Congresso sobre Planeamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa na bela cidade de Maputo, Moçambique. A cooperação dos profissionais dos países de língua portuguesa que atuam nos temas relacionados aos dois eventos será colocada em prática, num cenário de vulnerabilidade das populações frente às mudanças climáticas. Espera-se que as discussões promovidas durante os dois congressos sejam enriquecedoras e contribuam para a gestão eficiente dos recursos hídricos.

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

COMISSÃO ORGANIZADORA LOCAL

- Bento Mualoja - Presidente (Aquashare)
- Kemal Vaz - Vice-Presidente (AMAIA)
- Claudette Levallee
- Francisco Saimone
- João Francisco
- Magalhães Miguel
- Niurka Candido
- Daude Carimo
- Querimildo Aliginar
- Sean Nazareli
- Luciana Santos
- Elídio Dava
- Amélia Mabote
- Egídio Govate
- José Barata

COMISSÃO ORGANIZADORA INTERNACIONAL DO 16.º SILUSBA

- Jorge Cardoso Gonçalves - Presidente (Portugal - APRH)
- Carina Almeida (Portugal -LUSÓFONA)
- Carla Antunes (Portugal - APRH)
- Octávio Almeida (Portugal - APRH)
- Susana Neto (Portugal -APRH)
- Bento Mualoja (Moçambique - Aquashare)
- Manuel Alvarinho (Moçambique - Aquashare)
- Alexandre Kepler Soares (Brasil - ABRHiro)
- Talita Fernanda Silva (Brasil - ABRHiro)
- Franciele Zanandrea (Brasil - ABRHiro)
- António Pedro Pina (Cabo Verde - ACRH)
- António Pedro Borges (Cabo Verde - ACRH)
- Elizabeth Furtado (Cabo Verde - ACRH)
- Elsa Ramos (Angola)
- Gabriel Luís Miguel (Angola)
- Gustavo da Cruz (Timor Leste)
- Helio Lavres (São Tomé e Príncipe)
- Helder Costa (CESA/Tecnilab)
- Hugo Pacheco (Presidente do NRRA)
- João Simão Pires (Portugal)
- Lucrécio Costa (Angola)
- Manuela Moreira da Silva (Universidade do Algarve)
- Miguel Évora (Guiné)
- Narciso Ambrósio (Angola)
- Rita Amaral (Portugal)
- Teófilo da Fonseca (Portugal)
- Valdemira da Silva Tavares (São Tomé e Príncipe)
- Zulmira Duúsine (Timor Leste)

COMISSÃO CIENTÍFICA 16.º SILUSBA

- Dinis Juizo - Presidente da Comissão Científica (Aquashare)
- Adelena Gonçalves Maia (Diretora de Representações Regionais da ABRHidro)
- António Albuquerque (UBI)
- António Pedro Pina (ACRH)
- Celma Janeiro (UEM/Aquashare)
- Clemêncio Nhantumbo
- Gabriel Luís Miguel (Assessor do Gabinete Vice-Presidente da República de Angola)
- Jaime Melo Baptista (LIS-Water)
- Jaime Palelane (Banco Mundial/Aquashare)
- João Paulo Lobo Ferreira (LNEC)
- José Gilberto Dalfré Filho (Diretor de Comissões Técnicas e Científicas da ABRHidro)
- José Manuel Gonçalves (IPCoimbra - ESAC)
- José Saldanha Matos (IST/UL)
- José Tentúgal Valente (FEUP)
- Lizete Dias
- Luis Macario (DNAAS-B.Mundial/Aquashare)
- Manuel Alvarinho (Aquashare)
- Maria Manuela Portela (IST/UL)
- Nelson Matshine (UEM/Aquashare)
- Patrick Silva (Universidade de Cabo Verde)
- Ricardo Gomes (IPLeiria)
- Rodrigo Oliveira (IST-UL)
- Rui Cortes (UTAD)
- Rui Ferreira (IST-UL)
- Sílvia Monteiro (Universidade de Cabo Verde)
- Omar Khan
- Sónia Muando
- Teresa Eira Leitão (LNEC)
- Teresa Ferreira (ISA/UL)

COMISSÃO ORGANIZADORA INTERNACIONAL DO XI CONGRESSO ZONAS COSTEIRAS 2025

- Carlos Coelho- Presidente (Portugal - APRH)
- Fernando Veloso Gomes (Portugal)
- João Pedro Moura Castro Neves (Portugal)
- José Pimenta Machado (Portugal)
- Kemal Vaz (Moçambique - AMAIA)
- Márcia Lima (Portugal)
- Portos Moçambique – a indicar
- Sofia Valente (Portugal)

COMISSÃO CIENTÍFICA DO XI CONGRESSO ZONAS COSTEIRAS 2025

- Ana Carla Garcia (Presidente da Comissão Científica - APRH)
- André Fortunato (LNEC)
- Filipa Oliveira (LNEC)
- Francisco Sancho (LNEC)
- Francisco Taveira Pinto (FEUP)
- José Antunes do Carmo (Ucoimbra)
- José Gilberto Dalfré Filho (Diretor de Comissões Técnicas e Científicas da ABRHidro - Vice-Presidente)
- José Luís Pinho (UM)
- Juana Fortes (LNEC)
- Luciana das Neves
- Luísa Schmidt (ICS/Ulisboa)
- Oscar Ferreira (UALG)
- Paulo Rosa Santos, NRN
- Ramiro Neves (IST/UL)
- Rui Lança (UALG)
- Teresa Fidelis (UA)
- Tiago Ferradosa

16.º SILUSBA / XI Congresso Zonas Costeiras 2025

Tema Geral

Gestão dos Recursos Hídricos e das Zonas Costeiras em Cenário de Adaptação Climática

Subtemas:

1. Cooperação Internacional para a Água e Zonas Costeiras
2. Fenómenos Hidrológicos e de Erosão Extremos
3. Governança da Água e do Litoral – da origem até ao mar
4. Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – que futuro?

Os Subtemas poderão compreender tópicos mais específicos, e outros afins, na preparação das comunicações a serem submetidas, nomedamente:

- Gestão das bacias hidrográficas e gestão portuárias e impactos nas zonas costeiras
- Monitoramento e modelagem nas zonas costeiras
- Gestão de recursos hídricos em bacias nacionais e transfronteiriças
- Água como instrumento de cooperação internacional
- Uso equitativo e múltiplo da água e pela preservação ambiental num mundo em mudança
- Urbanização, Cheias e Inundações Urbanas: como construir a resiliência urbana no contexto ambiente de mudanças climática?
- Avaliação de riscos climáticos e a estratégia de redução de impactos de desastres
- Governança da água e zonas costeiras: modelos institucionais, abordagens regulatórias, aspetos económicos e financeiros
- ICs na gestão de recursos hídricos / Tecnologias móveis, acesso aberto à informação e ferramentas de gestão
- Gestão costeira de recursos hídricos e turismo
- Papel das águas subterrâneas no ordenamento e desenvolvimento do território
- Gestão integrada da água no meio urbano
- Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS6): Ponto de Situação na CPLP/PALOPs
- Economia circular da água / Recursos hídricos não convencionais: reutilização e dessalinização
- Água produtiva na CPLP/PALOPs
- Água, ambiente e poluição
- Inclusão social na provisão de serviços de água
- Financiamento de infraestruturas de águas
- Planeamento e ordenamento das Zonas Costeiras e processos participativos
- Estratégias Integradas de Adaptação Climática e Soluções Baseadas na Natureza nas Zonas Costeiras
- Potencial do Carbono Azul para Mitigação das Mudanças Climáticas e Conservação dos Ecossistemas Costeiros

16.º SIMPÓSIO DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS DOS PAÍSES DE LÍNGUA PORTUGUESA

10

CONTRIBUTOS PARA O PLANEAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS EM RISCO A PARTIR DO ESTUDO DE CASO DA BULGÁRIA

Pedro BETTENCOURT[1], Sónia ALCOBIA[1], José Paulo MONTEIRO[2], Luís COSTA[2], Ângela CANAS[1], Lyubomir ANGELOV[3], Aleksey BENDEREV[4] @

@ Autor correspondente: nemus@nemus.pt
1 Nemus, Gestão e Requalificação Ambiental, Lda. Estrada do Paço do Lumiar. Campus do Lumiar- Edifício D r/c. 1649-038 Lisboa, Portugal
2 Centro de Ciências e Tecnologias da Água. Unidade ID externa. Instituto de Investigação e Inovação em Engenharia Civil para a Sustentabilidade (CERIS). Faculdade de Ciências e Tecnologia. Campus de Gambelas. 8005-139 Faro, Portugal
3 Aqua Terra Consult Ltd; 21 Spatnik str. Hristo Smirnenski, Office 31574, Sofia, Portugal
4 Departamento de Hidrogeologia, Instituto Geológico, Academia de Ciências da Bulgária, Acad.G.Bonchev Street Build. 24, 1113 Sofia, Bulgaria

RESUMO

São múltiplos os desafios, e de complexidade significativa, que se colocam à gestão atual e futura dos recursos hídricos subterrâneos. No quadro de uma utilização e ocupação humanas crescentes, e face aos potenciais efeitos das alterações climáticas a nível mundial, o planeamento assume-se como um instrumento de relevância.

Nas quatro regiões hidrográficas em que a Bulgária está subdividida (Danúbio, Mar Negro, Egeu Oriental e Egeu Ocidental) procedeu-se à atualização da caracterização, das pressões, dos riscos e do estado químico e quantitativo, bem como à avaliação da representatividade e adequabilidade da rede de monitorização de 102 das 169 massas de água subterrâneas do país consideradas em mau estado ou em risco de não alcançar um bom estado de acordo com os objetivos da Diretiva-Quadro da Água (DQA).

Neste âmbito, foram aplicadas as diretrizes elaboradas para a implementação da DQA e o conjunto de metodologias desenvolvidas pelas autoridades búlgaras e Banco Mundial. As diferentes fases de trabalho foram suportadas por uma equipa técnica que participou na elaboração dos primeiros planos de gestão das bacias hidrográficas em Portugal (2009-2015)

e que colaborou com uma equipa búlgara conhecedora das especificidades locais dos aquíferos e das condições nacionais de gestão dos recursos hídricos subterrâneos.

Fruto da experiência adquirida no desenvolvimento dos mais recentes trabalhos de planeamento dos recursos hídricos subterrâneos são evidentes os principais aspetos a considerar no planeamento, nomeadamente para contribuir para o aprofundamento do conhecimento e da avaliação do risco, e garantir a preservação do bom estado das águas subterrâneas, o desenvolvimento sustentável e a tomada de medidas para a salvaguarda de um recurso essencial.

Palavras Chave – Bulgária, Águas subterrâneas, Risco, Estado químico; Estado quantitativo; Monitorização.

14

PROJETO VET4HYDRO – PARCERIA DE FORMAÇÃO PARA A HIDROENERGIA

João Nuno FERNANDES[1 @], Felix BANZE[2], Sílvia AMARAL[1], Ricardo SANTOS[1], Ivo DIAS[1], Fulgêncio NHUMAIO[3], Aurélio SINE[3], Isulete LIMA[4], Carlos CORREIA E SILVA[5], João LEAL[6]

@ Autor correspondente: jnfernandes@lnec.pt
1 Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), Lisboa, Portugal
2 Instituto Superior Politécnico de Songo (ISPS), Songo, Moçambique
3 Laboratório de Engenharia de Moçambique (LEM), Maputo, Moçambique
4 Laboratório de Engenharia Civil de Cabo Verde (LEC), Praia, Cabo Verde
5 Infraestruturas de Cabo Verde (ICV), Praia, Cabo Verde
6 University of Agder (UiA), Kristiansand, Noruega

RESUMO

Neste resumo apresenta-se o Projeto Vocational Education and Training Partnership for Hydropower (VET4Hydro), financiado pelo programa ERASMUS+ da União Europeia. Tem como principais objetivos (i) desenvolver as competências de formação e melhorar o processo de ensino-aprendizagem e (ii) capacitar os formadores com os desenvolvimentos mais recentes na área dos aproveitamentos hidráulicos de produção de energia e às necessidades do mercado de trabalho, ajudando-os incorporar novos conteúdos e metodologias de formação.

A equipa de projeto inclui 6 instituições de diferentes países com soluções de produção de energia e respetivos níveis de implementação distintos (Portugal, Noruega, Cabo Verde e Moçambique), cada uma trazendo competências complementares. Entre essas estão 3 centros de investigação e tecnologia (LNEC, LEC e LEM), 1 universidade (UiA), 1 instituto politécnico superior (ISPS) e 1 empresa pública (ICV). O VET4Hydro é estruturado em 6 work packages, sendo os três principais (i) a oferta de um curso geral sobre aproveitamentos hidroelétricos, para formadores; (ii) a instalação de laboratórios de hidráulica e de geotecnia e (iii) a realização de um curso conjunto no Instituto Superior Politécnico do Songo.

A primeira tarefa consiste no "Curso geral de aproveitamentos hidráulicos" cujo conteúdo é apresentado na presente comunicação. Pretende-se capacitar os parceiros do projeto com conhecimentos sobre produção de hidroenergia e novos conteúdos e métodos de formação nesta área.

O curso aborda as principais vertentes dos aproveitamentos hidráulicos, incluindo hidrologia, hidráulica, geotecnia e estruturas. É dado especial destaque à modelação física e numérica dos vários aspetos dos aproveitamentos bem como à componente de ensaios laboratoriais de geotecnia e de monitorização estrutural. São ainda abordados os aspetos relevantes de projeto, construção e exploração dos aproveitamentos bem como da sua segurança e do vale a jusante.

O curso terá uma natureza híbrida, decorrendo presencialmente no LNEC e, posteriormente, todos os recursos ficarão disponíveis on-line numa plataforma digital de acesso público, por forma a garantir a ampla disseminação e acessibilidade do conhecimento.

Palavras Chave – Aproveitamentos hidroelétricos, hidroenergia, hidráulica, geotécnica, barragens de betão, barragens de aterro

15

OPTIMIZAÇÃO DA EXPLORAÇÃO DE ALBUFEIRAS EM PERÍODOS CRÍTICOS. ESTUDO DE CASO: ALBUFEIRA DE CAHORA BASSA, MOÇAMBIQUE

Hélder FRANCISCO[1,2 @]

@ Autor correspondente: helder.francisco@hcb.co.mz; helder.francisco@student.uc.pt
1 Hidroeléctrica de Cahora Bassa, Vila de Songo, Moçambique
2 Universidade de Coimbra, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil, Portugal

RESUMO

A pressão sobre os recursos hídricos em todos os domínios tem aumentado a nível mundial com o passsar dos anos e projecta-se que continue, acompanhando o crescimento populacional e desenvolvimento industrial. Considerando as projecções do Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas (IPCC) sobre a continuidade do aumento da temperatura global, independentemente do cenário de emissões de gases de efeito estufa, espera-se que venha a verificar-se alguma alteração na distribuição temporal e espacial da precipitação e consequentemente dos escoamentos nos cursos de água, onde África é apontado como um dos continentes que poderá enfrentar escassez hídrica e maior frequência e magnitude de eventos extremos (cheias e secas). Na realidade actual, o equilíbrio entre os benefícios sociais (controlo de cheias e secas) e económicos (produção de energia) na gestão de albufeiras tem se revelado desafiador, principalmente quando se recorre a modelos de simulação para a planificação operacional, conjugado com a grande variabilidade intra e inter-anual dos escoamentos. Nestes termos, no presente artigo pretende-se formular um modelo matemático para a optimização da exploração da albufeira de Cahora Bassa em Moçambique, uma das maiores de África, considerando os benefícios sociais e económicos, para três hidrogramas afluentes típicos de anos seco, médio e húmido, entrando em linha de conta com as restrições relativas a segurança hidráulica-operacional, capacidade produtiva e níveis de alerta no vale a jusante até ao Delta do rio Zambeze. Na sequência serão avaliados os impactos de uma possível modificação pontual na curva de segurança hidráulica-operacional, traduzida pela redução ou aumento da capacidade de encaixe de cheias, mediante tratar-se de satisfação da demanda no ano seco ou húmido, respectivamente. Os benefícios e impactos destes múltiplos objectivos serão quantificados, e propostas as melhores estratégias.

Palavras Chave – Cahora Bassa, exploração de albufeiras, optimização multi-objectivo, produção hidroeléctrica, controlo de cheias, gestão de secas.

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

16

PRODETAABE – AUMENTO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA PARA AS COMUNIDADES

Félix BANZE[1@], Faria Luísa, Cipriano da SILVAL[1], Ilidio MAGENGE[1], Johane CHINHACATA[1], Iolanda BAMBO[1], Vasco GOVENE[1], Celso FAIFE[2], Carlos FENHANE[2], Tiago VILANCULOS[3]

@ Autor correspondente: felixbanze@gmail.com
1 Instituto Superior Politécnico de Songo (ISPS), Songo, Moçambique
2 Administração Regional das Águas do Centro, Instituto Público (ARA-Centro, IP),Tete, Moçambique
3 Conselho Cristão de Moçambique (CCM)

RESUMO

O Projecto de Demonstração de Técnicas de Armazenamento de Água Baseadas em Ecossistema (ProDeTAABE) é financiado pela Embaixada do Reino dos Países Baixos e tem como objetivos principais (i) Ensaiar abordagens efectivas de envolvimento da comunidade local na construção, operação e manutenção das infraestruturas hidráulicas (pequenas barragens), (ii) Aumentar a disponibilidade hídrica da região para o fomento pecuário e a prática da horticultura, (iii) Fortalecer a capacidade técnica do corpo docente e a qualidade do ensino no ISPS. A equipa do Projecto é formada por três instituições, nomeadamente, Instututo Superior Politécnico do Songo (ISPS), Administração Regional de Águas do Centro, Instituto Público (ARA-Centro, IP) e Conselho Cristão de Moçambique (CCM) sendo as duas primeiras instituições públicas e a última uma organização não governamental voltada a ações humanitárias. O ProDeTAABE está estruturado em quatro pacotes de trabalho, a saber, (i) Contacto com as autoridades locais e mobilização das comunidades, (ii)Construção de represas de areia, (iii) Fomento da horticultura e (iv) Criação e treinamento dos comités de gestão das represas.

A metodologia utilizada para a construção das pequenas barragens baseou-se no envolvimento comunitário, onde as três instituições (ISPS, ARA-Centro-IP e CCM), com o apoio dos Serviços Distritais de Planeamento e infraestruturas e líderes comunitários, mobilizaram as comunidades abrangidas e forneceram um treinamento sobre construção e gestão destas infraestruturas incluindo a segurança no trabalho. A construção destas, esteve na responsabilidade das comunidades e com a supervisão das três instituições envolvidas. A abordagem empregue neste Projecto mostrou-se bastante eficiente pois para além de reduzir consideravelmente o período de execução reduziu também o custo médio de construção de pequenas barragens e desenvolveu o sentido de pertença nas comunidades. Outra constatação não menos importante é o aumento da disponibilidade de água o que contribui para a melhoria da dieta alimentar das comunidades abrangidas através da prática de horticultura e pastorícia.

Palavras Chave – Pequenas Barragens, Ecossistemas, Envolvimento Comunitário

29

PROTEÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NOS AGROECOSSISTEMAS ORIZÍCOLAS – ESTUDO DE CASO DO BAIXO MONDEGO, PORTUGAL

José M. GONÇALVES[1,2 @], Olga FILIPE[1], Manuel NUNES[1], Sérgio OLIVEIRA[1], Susana FERREIRA[1], Kiril BAHCEVANDZIEV[1,2], Paula AMADOR[1,2], Isabel DUARTE[1,2], Jorge VAREJÃO[1,2], Cláudia SANTOS[1,2], Filipe MELO[1], Rosinda LEONOR[1,2], Helena MARQUES[1], Teresa VASCONCELOS[1,2]

@ Autor correspondente: jmmg@esac.pt
1 Instituto Politécnico de Coimbra, Escola Superior Agrária de Coimbra, Bencanta, 3045-601 Coimbra, Portugal
2 Centro de Estudos de Recursos Naturais Ambiente e Sociedade (CERNAS), Instituto Politécnico de Coimbra, Bencanta, 3045-601 Coimbra, Portugal

RESUMO

O arroz é a base da alimentação de mais da metade da população mundial e a cultura agrícola com maior uso de água em todo o mundo, 24 a 30% do total de água doce usada. Devido a fatores como as alterações climáticas, o crescimento populacional e a maior atenção da sociedade civil aos impactos ambientais das atividades humanas, há uma pressão crescente sobre o sector de produção do arroz para reduzir o consumo de água e a poluição do solo e da água. Para responder a estas pressões, são necessárias mudanças no paradigma produtivo através de melhores práticas agrícolas, que incluam melhorias efetivas na rega, fertilização e proteção vegetal. Neste sentido, foi constituído o projeto PROMEDRICE com o objetivo de contribuir para a prevenção e redução da salinização e poluição de solos e águas nos agroecossistemas orizícolas, recorrendo a práticas agrícolas eficazes e sustentáveis do ponto de vista ambiental, económico e social.

A presente comunicação refere-se à participação portuguesa no projeto, sendo o estudo de caso o Vale do Baixo Mondego, localizado no Litoral Centro de Portugal, em que a atividade experimental conta com a colaboração de várias empresas orizícolas, estando selecionadas 24 parcelas para estudo, para uma amostragem detalhada das diferentes áreas do Vale do Baixo Mondego em relação às características do solo e salinidade, nomeadamente com a proximidade à costa atlântica. O desenvolvimento experimental do projeto inclui a análise físico-química e microbiologia da água de rega e drenagem, o estudo do solo, a agrometeorologia, a gestão da rega, as práticas agrícolas e o desenvolvimento da cultura e sua produtividade.

Na primeira fase do projeto serão identificados e quantificados os principais problemas de poluição e salinização que afetam a água e o solo, com base nos dados observados e na informação pré-existente em variados estudos. Na fase seguinte, serão avaliadas soluções que contemplam métodos e práticas de rega que economizem água (como o uso de imagens de satélite para apoio à gestão da cultura e da rega), melhorias na fertilização, melhorias na aplicação de pesticidas, ou a possibilidade de recirculação da água de drenagem na prática da rega. No Simpósio serão apresentados os principais resultados da campanha de 2024 e as principais conclusões que poderão ser extraídas destes resultados.

Agradece-se à Fundação para a Ciência e Tecnologia pelo financiamento do Projeto PROMEDRICE-PRIMA-0007-2022 (https://doi.org/10.54499/PRIMA/0007/2022): "Proteção dos recursos hídricos nos agroecossistemas orizícolas mediterrâneos através de práticas agrícolas eficazes" e às entidades do Vale do Baixo Mondego que apoiam o projeto através do Painel de Parte Interessadas e pela disponibilidade de recursos experimentais de campo.

Palavras Chave – Água, Arroz, Baixo-Mondego, Mediterrâneo, monitorização ambiental, PRIMA.

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

30

ESTUDO DO SOLO EM CAMPOS DE ARROZ NO BAIXO MONDEGO, PORTUGAL

Rosinda L. S. PATO[1], Daniel A. CHONGO[1], Sérgio OLIVEIRA[1], José Manuel GONÇALVES[1 @]

@ Autor correspondente: jmmg@esac.pt
1 Instituto Politécnico de Coimbra, Escola Superior Agrária de Coimbra, Centro de Estudos de Recursos Naturais Ambiente e Sociedade (CERNAS), Bencanta, 3045-601 Coimbra, Portugal

RESUMO

Na região do Mediterrâneo o arroz cultiva-se em 1.3 Mha, em deltas de rios, estuários, pântanos e planícies, sendo praticada a rega por alagamento em canteiros de nível. Em Portugal, a área de cultivo é de aproximadamente 30 mil ha, sendo o Vale do Baixo Mondego, localizado no Litoral Centro, uma área das mais representativas com cerca de 6 mil ha. Esta área tem clima mediterrânico de classificação Csb de Köppen, com precipitação média anual de cerca de 800 mm, verões temperados e praticamente sem chuva, e invernos chuvosos com temperaturas amenas. Os solos são predominantemente aluvionares, com elevada qualidade agrícola, de textura pesada, planos, com má drenagem, risco de salinização e elevado nível freático. O conhecimento das características do solo dos arrozais é determinante para planear as práticas agrícolas melhor adaptadas à intensificação da produtividade do solo e ao controlo dos nutrientes lixiviados e lavagem de sais, para garantir a sustentabilidade económica e ambiental destes agroecossistemas. Neste sentido, está a ser desenvolvido um estudo do solo dos arrozais do Vale do Baixo Mondego, com amostragem em 24 parcelas, representativas do vale central e dos vales periféricos dos rios Fôja, Arunca e Pranto. Em cada parcela fez-se a colheita em cinco perfis de amostras de solo das camadas 030 cm e 30-60 cm, obtendo-se amostras compostas por parcela em ambas as camadas. O trabalho no Laboratório de Solos da ESAC inclui a análise da textura, da salinidade, pH, matéria orgânica, macronutrientes extraíveis (P_2O_5, K_2O), complexo de troca (bases de troca, SBT e CTC), azoto orgânico e mineral, micronutrientes extraíveis, cloretos, arsénio e potencial redox. Estes resultados serão integrados com informação já existente, em especial a obtida pelo ex-Projecto do Mondego, para espacializar a informação a toda a área orizícola e potenciar a informação nos processos de decisão agrícola e ambiental. No Simpósio serão apresentados os principais resultados deste estudo que serão importantes para a implementação das melhores práticas de gestão da água e do solo. Agradece-se à Fundação para a Ciência e Tecnologia pelo financiamento do Projeto PROMEDRICE-PRIMA-0007-2022 (https://doi.org/10.54499/PRIMA/0007/2022): "Proteção dos recursos hídricos nos agroecossistemas orizícolas mediterrâneos através de práticas agrícolas eficazes" e às entidades do Vale do Baixo Mondego que apoiam o projeto.

Palavras-Chave – Baixo Mondego, arroz, solo, rega do arroz, drenagem

32

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA EM AGROECOSSISTEMAS ORIZÍCOLAS NO BAIXO MONDEGO, PORTUGAL

Isabel Maria DUARTE[1,2 @], Paula AMADOR[1,2], Helena MARQUES[1], Teresa VASCONCELOS[1,2], José Manuel GONÇALVES[1,2]

@ Autor para correspondência: iduarte@esac.pt
1 Instituto Politécnico de Coimbra, Escola Superior Agrária de Coimbra, 3045-601 Coimbra, Portugal; Portugal;
2 Centro de Estudos de Recursos Naturais Ambiente e Sociedade (CERNAS), Instituto Politécnico de Coimbra, Bencanta, 3045-601 Coimbra, Portugal

RESUMO

A exigência da sociedade para a preservação dos recursos hídricos tem levado a grandes avanços tecnológicos e na gestão agrícola para limitar os seus impactos negativos, favorecer o desenvolvimento socioeconómico e promover a conservação dos recursos naturais. Esta comunicação refere-se a um estudo de caso do agroecossistema de arroz em canteiros do Perímetro Hidroagrícola do Vale do Mondego, Centro de Portugal, com vista à monitorização da qualidade microbiológica da água de rega, de origem superficial, e da água de drenagem, em campos de agricultores representativos destes agroecossistemas. Os indicadores de qualidade microbiana aplicados à água de rega e drenagem do arroz são as contagens de coliformes totais, coliformes fecais, enterococos fecais e Enterobacteriaceae resistentes à ampicilina realizadas segundo os métodos analíticos de referência. Procura avaliar-se a possível contaminação microbiológica dos recursos hídricos em agroecossistemas orizícolas, em especial através da água de drenagem, assim como de efeitos benéficos no controlo da contaminação nos casos em que a água de rega dos arrozais contém uma carga microbiológica significativa proveniente de fontes externas à orizicultura. Visa-se, portanto, através de conhecimento, proteger os agricultores e o meio ambiente e mitigar os problemas para apoiar a gestão da água. No Simpósio serão apresentados os principais resultados da campanha de 2024 e as principais conclusões que poderão ser extraídas destes resultados.

Agradece-se à Fundação para a Ciência e Tecnologia pelo financiamento do Projeto PROMEDRICE-PRIMA-0007-2022 (https://doi.org/10.54499/PRIMA/0007/2022): "Proteção dos recursos hídricos nos agroecossistemas orizícolas mediterrâneos através de práticas agrícolas eficazes" e às entidades do Vale do Baixo Mondego que apoiam o projeto.

Palavras-Chave – Arroz, recursos hídricos, coliformes totais, coliformes fecais, enterococos fecais, resistência a antibióticos.

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

35

GESTÃO INTEGRADA CIRCULAR - UMA VISÃO PARA OS SERVIÇOS DE ÁGUAS

Jorge CARDOSO-GONÇALVES@ [1], José TENTÚGAL-VALENTE[1], Diana TAVARES[2]

@ Autor correspondente: jjtc.goncalves@gmail.com
1 Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Rua Dr. Roberto Frias, 4200-465 Porto, Portugal
2 WSCM – Water Services Consulting and Management, Lda, Centro de Incubação e Inovação Industrial de Arouca 4540-322 Escariz, Arouca, Portugal

RESUMO

A aposta em novas soluções, a preservação de boas práticas basilares, a salvaguarda de pessoas e bens, a valorização dos recursos hídricos, a promoção de soluções prediais eficientes e a sustentabilidade dos espaços públicos sugerem-se como aspetos que devem figurar numa visão integrada da gestão das infraestruturas hidráulicas.

De acordo com uma visão holística da gestão destas infraestruturas, os ganhos operacionais poderão canalizar-se, circularmente, para investimentos em soluções inovadoras. Esta mudança deverá efetuar-se no sentido da eficiência, da sustentabilidade ambiental e da gestão circular do ciclo urbano da água.

Apresenta-se a metodologia de Gestão Integrada Circular (GIC), que consiste numa estratégia de gestão integrada do abastecimento de água e da drenagem de águas residuais e pluviais, considerando, também, a gestão dos resíduos sólidos e do espaço urbano, num modelo comum. A produção de energia em redes de abastecimento de água, em estações de tratamento de água (ETA) e em estações de tratamento de águas residuais (ETAR), e a valorização de resíduos de tratamento em ETA e em ETAR também se incluem nesta estratégia comum.

Palavras-Chave – gestão integrada; economia circular; infraestruturas hidráulicas.

36

GESTÃO OPERACIONAL DE INFRAESTRUTURAS HIDRÁULICAS

Jorge CARDOSO-GONÇALVES@ [1], José TENTÚGAL-VALENTE[1]

@ Autor correspondente: jitc.goncalves@gmail.com
1 Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Rua Dr. Roberto Frias, 4200-465 Porto, Portugal

RESUMO

A gestão eficaz e eficiente das infraestruturas hidráulicas que suportam os sistemas de abastecimento de água, os sistemas de drenagem de águas residuais e os sistemas de drenagem de águas pluviais, revela-se crucial para corresponder às necessidades da sociedade e assegurar a proteção dos recursos hídricos. O envolvimento transversal da estrutura e o compromisso dos colaboradores consideram-se elementos cruciais para a implementação de uma estratégia operacional integrada.

Neste trabalho aborda-se a Metodologia de Gestão Operacional de Infraestruturas Hidráulicas proposta em Cardoso-Gonçalves (2019) que assenta, sobretudo, na introdução de uma filosofia de organização, que mobiliza os meios existentes, que envolve os recursos disponíveis e que faculta as ferramentas simples, com vista à otimização operacional e ao apoio à decisão.

A metodologia de Gestão Operacional de Infraestruturas Hidráulicas (GOIH) proposta desenvolve-se como um elemento agregador dos conceitos de Gestão Patrimonial de Infraestruturas (GPI), de Gestão do Risco (GR) e de Gestão Técnica (GT), propondo um novo modelo de organização.

Apresentam-se resultados da aplicação prática desta estratégia operacional ao Sistema Paiva Douro (gerido pela Águas do Norte, S.A. – Portugal), abordado numa perspetiva de síntese de informações e análise de evolução, experimentou uma transformação significativa desde o arranque da Parceria do Noroeste, em termos de eficiência hídrica (redução de cerca de 50% da água entrada no sistema), de segurança da água, de eficácia operacional, de melhoria do serviço e de investimento em monitorização, manutenção, reabilitação e reforço. Focam-se os principais resultados obtidos e projeta-se o futuro, referindo-se um conjunto de linhas estratégicas.

Palavras Chave – gestão operacional; gestão do risco; abastecimento de água; drenagem de águas residuais; infraestruturas hidráulicas; perdas de água; afluências indevidas.

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

37

PROJETO DE LOTEAMENTO SUSTENTÁVEL – CIRCULARIDADE NA GESTÃO DA ÁGUA E ENERGIA

Jorge CARDOSO-GONÇALVES[1 @], Samuel GONÇALVES[2], Diana TAVARES[3]

@ Autor correspondente: jjtc.goncalves@gmail.com
1 Ph.D. degree in Civil Engineering, Faculty of Engineering of University of Porto, Rua Dr. Roberto Frias, 4200-465 Porto, Portugal
2 Master degree in Architecture, Summary Architecture, Rua do Monte Cativo 258, 4050-399 Porto, Portugal (sg@summary.pt)
3 WSCM – Water Services Consulting and Management, Lda, Centro de Incubação e Inovação Industrial de Arouca 4540-322 Escariz, Arouca, Portugal

RESUMO

Propõe-se uma abordagem integrada das infraestruturas e das instalações hidráulicas de um Projeto de Loteamento Sustentável. Este projeto pretende assumir-se como uma referência na sustentabilidade ambiental, encarando a eficiência hídrica e energética como elemento central, designadamente através da implementação de um Sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais e Cinzentas e de um Sistema de Hidrogeração. As soluções associadas aos dois sistemas mencionados promovem o conceito de "bairros sustentáveis" com manutenção e monitorização constante da solução global por parte do Município.

O aproveitamento de águas pluviais e cinzentas, através de soluções de tratamento baseadas na natureza, introduz uma perspetiva de circularidade, reutilizando as águas residuais cinzentas produzidas no Loteamento e aproveitando as águas pluviais recolhidas para, após tratamento, abastecerem uma rede de água não potável para irrigação dos espaços verdes, tanto privativos como coletivos. A produção de energia (hidrogeração), para consumo no loteamento, apresenta-se como uma solução inovadora que potencia o aproveitamento da energia do escoamento de uma conduta de abastecimento de água instalada na proximidade do loteamento, através da instalação de uma turbina. O sistema propõe-se visível, permitindo a qualquer habitante ou transeunte perceber em tempo real, através de um painel interativo, a quantidade de energia que está a ser produzida, qual o seu destino e qual a poupança económica a esta associada.

A proposta deste sistema de gestão circular de instalações hidráulicas prediais visa o desenvolvimento de uma solução resiliente - economicamente viável, ambientalmente sustentável e tecnologicamente inovadora.

Palavras-Chave – hidrogeração; reutilização; sustentabilidade; circularidade; inovação.

38

NEXO ÁGUA-ENERGIA-ALIMENTAÇÃO – PROPOSTA CONCEPTUAL DE UM MODELO TEÓRICO DE DESENVOLVIMENTO COMUNITÁRIO SUSTENTÁVEL

Ana Helena PINTO[1 @], Jorge CARDOSO-GONÇALVES[2], Mariana Coelho SILVA[1], Diana TAVARES[2]

@ Autor correspondente: anahelenapinto@nutritionforhappiness.com

1 Nutrition for Happiness, ci3 - Centro de Incubação e Inovação Industrial de Arouca - Urbanização Vila Pavão, 4540-322 Escariz, Arouca, anahelenapinto@nutritionforhappiness.com, marianacoelhosilva@nutritionforhappiness.com

2 WSCM – Water Services Consulting and Management Lda, ci3 - Centro de Incubação e Inovação Industrial de Arouca - Urbanização Vila Pavão, 4540-322 Escariz, Arouca, geral@wscm.pt

RESUMO

Os recursos naturais e os serviços de ecossistema estão na base da segurança hídrica, alimentar e energética. A aceleração da degradação dos recursos naturais, particularmente os não renováveis, tem-se agravado com a crescente necessidade da sua utilização, associada ao aumento da população mundial, à evolução dos padrões de consumo, ao desenvolvimento industrial e tecnológico e à concentração em centros urbanos. Num contexto de adaptação climática, esta degradação poderá condicionar o acesso a bens e a serviços essenciais, enquanto agrava desigualdades sociais. A garantia de água segura, o combate à insegurança alimentar e a redução da pobreza energética, evidenciam a necessidade de uma abordagem sistemática, preditiva e integrada da gestão dos recursos água, energia e alimentos.

A abordagem Nexo, definida pela FAO como um conjunto de «interações complexas entre os sistemas humanos e naturais» afetam a base interdependente dos recursos naturais, cujas interconexões são evidentes – a necessidade direta de água na produção de alimentos (água-alimentação), a energia necessária para a produção, transformação armazenamento e distribuição de alimentos (energia-alimentação) e para a captação, adução, tratamento e distribuição de água (energia-água). Compreender as interações, reconhecer a importância dos recursos autóctones e apostar em soluções baseadas na natureza poderão ser parte das estratégias.

O Modelo Teórico de Desenvolvimento Comunitário Sustentável integra uma visão holística da sociedade, do território e dos recursos, assentando em três pilares estruturais – água, energia e alimentação, e procura cumprir os desígnios do desenvolvimento, catalisando a comunidade nas dimensões sociais, dos recursos e da saúde pública. A operacionalização deste modelo poderá materializar-se pelo mapeamento dos recursos e fluxos, pela identificação de pontos fortes e fracos, pelo replaneamento para fluxos mais verdes, pela elaboração do modelo: desenho, participação pública e consulta, pela implementação em comunidade piloto, monitorização, adaptação e replicação.

Palavras-chave – água; energia; alimentação; fluxos verdes; desenvolvimento sustentável; base comunitária; recursos de proximidade.

48

A VANTAGEM DA GESTÃO INTEGRADA PARA MITIGAÇÃO DAS ALTERAÇÕES CLIMATÉRICAS

Hélder PINHEIRO DA COSTA[1]

1 Engenheiro, Gestor Técnico Comercial, Tecnilab AV Portugal S.A., hcosta@tecnilab.pt

RESUMO

As alterações climáticas, as infiltrações e o controlo dos pluviais nos sistemas de drenagem de águas residuais, têm ganho muita importancia perante a atual sociedade, devido a falta de sistemas de drenagem fiável perante os atuais cenários de pluviosidade e totalmente separativos, podendo colocar em causa o uso sustentável dos sistemas.

O Crescimento da população e a deslocalização para os grandes aglomerados implicaram alterações urbanísticas relevantes e um aumento das áreas impermeáveis, que aliadas às alterações climáticas e lacunas de operacionalidade das entidades gestoras, no controlo das águas pluviais, afluências indevidas e recursos hídricos, tendo provocado um caos tanto nos sistemas de transporte como no tratamento de águas residuais, principalmente em eventos extremos de precipitação.

Esta apresentação pretende demonstrar com exemplos práticos a eficácia na valorização de ativos e integrar um vasto conjunto de medidas relevantes para a redução dos custos de operação dos sistemas urbanos de drenagem, no que concerne á redução de descargas inadequadas para o meio ambiente; redução de inundações urbanas; e melhoria da gestão energética, por via da diminuição do caudal afluente.

Com a implementação destas soluções, além de estarmos a incrementar muito valor para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), tanto nas preocupações sociais, como económicas e ambientais, está em linha como Pacto Ecológico Europeu que prevê um plano de ação para impulsionar a utilização eficiente dos recursos através da transição para uma economia limpa e circular, restaurar a biodiversidade e reduzir a poluição.

Em suma, pretende-se reforçar a proteção da saúde pública e o meio ambiente dos efeitos adversos das descargas de águas residuais urbanas e das descargas inadequada da indústria nos recursos hídricos.

Palavras-chave: Inovar, Criar Sustentabilidade às Empresas Gestoras e Proteger o Meio Ambiente;

49

USO EFICIENTE DA SENSORIZAÇÃO PARA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Hélder PINHEIRO DA COSTA[1]

1 Engenheiro, Gestor Técnico Comercial, Tecnilab AV Portugal S.A., hcosta@tecnilab.pt

RESUMO

Para uma gestão efetiva das entidades gestoras de águas e dos recursos hídricos, é fundamental conhecermos em tempo útil a operação e exploração dos sistemas. Onde a correta aplicação de instrumentação, sistemas de automação e telegestão em todo ciclo de águas é crucial para gerir todos os recursos hídricos e criar sustentabilidade financeira às entidades.

A sensorização envolve o uso de sensores avançados para monitorizar diversos parâmetros da água, como qualidade, níveis, caudal e pressão. Esses sensores, integrados em sistemas de rede, fornecem dados em tempo real que permitem uma análise precisa e uma resposta rápida a qualquer anomalia ou necessidade de ajuste.

A combinação da instrumentação, que abrange dispositivos como medidores de nível, medidores de caudal, válvulas redutoras de pressão, sensores de pressão e analisadores de qualidade da água, com sistemas de automação, permite a operação remota e o controle de estações de tratamento, reservatórios e redes de distribuição, reduzindo a necessidade de intervenção manual e minimizando erros operacionais.

Os sistemas de automação e telegestão quando bem idealizados e implementados para a aplicação preconizada, são ferramentas que possibilitam a visualização de dados em tempo real, a automação de processos operacionais e a deteção precoce dos problemas, como fugas ou contaminação dos meios hídricos. Além disso, permitem a implementação de estratégias de conservação de água e eficiência energética.

A integração de todas essas tecnologias, tem resultado em vários clientes uma gestão mais eficiente e sustentável dos recursos hídricos, criando dessa forma, a sustentabilidade financeira e garantindo que os recursos sejam utilizados de forma responsável e eficiente, assegurando a disponibilidade de água para as futuras gerações.

Em resumo, o uso eficiente da sensorização, instrumentação, automação e telegestão na gestão de recursos hídricos é uma abordagem moderna e eficaz de promover a sustentabilidade ambiental e financeira das entidades gestoras de água.

Palavras-chave: Inovar, Criar Sustentabilidade às Empresas Gestoras e Proteger o Meio Ambiente;

50

A INVESTIGAÇÃO EM PASSAGENS PARA PEIXES EM PORTUGAL – ESTADO ATUAL E CAMINHOS FUTUROS

José M. SANTOS[1 @], Ana L. QUARESMA[2], Filipe ROMÃO[2], Susana AMARAL[1], Daniel MAMERI[1], Marta SANTO[3], Jorge BOCHECHAS[3], Ana M. TELHADO[4], Francisco GODINHO[5], João PÁDUA[6], Paulo PINHEIRO[7], Ana T. SILVA[8], Teresa VISEU[9], Pedro R. ALMEIDA[10], Teresa FERREIRA[1], António PINHEIRO[2], Paulo BRANCO[1]

@ Autor correspondente: jmsantos@isa.ulisboa.pt
1 Centro de Estudos Florestais (CEF), Laboratório Associado TERRA, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Portugal
2 Investigação e Inovação em Engenharia Civil para a Sustentabilidade (CERIS), Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Portugal
3 Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF), Lisboa, Portugal
4 Agência Portuguesa do Ambiente (APA), Alfragide, Portugal
5 Conselho Nacional da Água, Lisboa, Portugal
6 EDP Labelec- Estudos, Desenvolvimentos E Atividades Laboratoriais, S.A, Sacavém, Portugal
7 AQUALOGUS, Engenharia e Ambiente, Lda., Lisboa, Portugal
8 Norwegian Institute for Nature Research, Trondheim, Noruega
9 Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, Portugal
10 MARE – Centro de Ciências do Mar e do Ambiente, Universidade de Évora, Évora, Portugal

RESUMO

A fragmentação dos rios em Portugal decorrente da instalação de barreiras hidráulicas transversais de origem antrópica tem causado o declínio ou mesmo extinção local de diversos organismos aquáticos, nomeadamente de populações piscícolas, incapazes de se dispersarem eficazmente entre habitats. A mitigação dos impactos da fragmentação fluvial através da implementação de passagens para peixes tem sido um foco importante nos esforços de manutenção da conectividade longitudinal. Este trabalho analisa e revê os principais resultados da investigação em passagens para peixes em Portugal nas últimas duas décadas. Os principais objectivos são: i) catalogar o número, o tipo, o ano construção e o local de instalação (em açudes, pequenas centrais hidroeléctricas e barragens) de todas as passagens para peixes, e ii) resumir os principais resultados publicados na base da dados ISI Web of Science (WoS) realizados em passagens para peixes em Portugal. Actualmente, o país possui 95 passagens para peixes, sendo quase metade instaladas em pequenas centrais hidroeléctricas (46,3%), mas também em pequenos açudes (43,2%) e barragens (10,5%). A tipologia de dispositivo mais frequente corresponde às passagens por bacias sucessivas (68,4%), seguido por passagens naturalizadas (15,8%), eclusas e sistemas combinados (cada um com 6,3%), ascensores (2,1%), e passagem específica para enguias (1,1%). No total foram publicados 37 artigos na ISI WoS, dos quais 27 (73,0%) sobre passagens de bacias sucessivas, 5 (13,5%) sobre passagens naturalizadas, 4 (10,8%) visando ascensores, e 1 (2,7%) com enfoque em eclusas. Os principais resultados dos diferentes estudos para cada tipologia de passagem para peixes são depois resumidos e discutidos. Foram também delineadas futuras linhas de investigação que são necessárias para fazer avançar ainda mais o conhecimento sobre a investigação em passagens para peixes. Espera-se que os resultados deste estudo forneçam informação para o desenho e gestão de diferentes tipos de passagens para peixes.

Palavras Chave – fragmentação fluvial; conectividade; passagem de bacias sucessivas; passagens naturalizadas; monitorização; multi-espécies.

54

CONTROLO DE INUNDAÇÕES DA BAIXA DE MAPUTO - CRITÉRIOS, ESTRATÉGIAS E INTERVENÇÕES

José Saldanha MATOS[1 @], Tiago COSTA[1], Isabel VAZ[2], Evans MAMBO[3], Victor MABEIA[3], Filipa FERREIRA[1]

@ Autor correspondente: jsm.hidra@gmail.com
1 Hidra, Hidráulica e Ambiente, Lda, Av. Defensores de Chaves 31, 1ºE, Lisboa, Portugal
2 Consultec – Consultores Associados, Lda Rua Tenente General Oswaldo Tazama, 169,Bairro da Sommerchield, Maputo - Moçambique
3 Conselho Municipal de Maputo - Projecto de Transformação Urbana de Maputo (PTUM).

RESUMO

A baixa de Maputo, onde se concentra uma parte significativa de comércio e serviços da cidade, é regularmente sujeita a inundações, com a massa líquida a permanecer na área afetada por várias horas, com graves prejuízos sociais, económicos e ambientais.

No âmbito desta comunicação apresentam-se e discutem-se os critérios, as estratégias e as intervenções que foram propostas no âmbito do projeto "Review of the Drainage and Sanitation Solutions of the Maputo Metropolitan Master Plan, including the Preparation of Studies, Basic and Detailed Plans and Projects for the Maputo Downtown Area and respective Tender Documents", desenvolvido para o Conselho Municipal de Maputo (CMM), com financiamento do Banco Mundial (BM), cuja empreitada está em vias de ser iniciada. O projeto respeita o designado sistema 1, que inclui as principais sub-bacias que drenam para a baixa e zona costeira.

Do ponto de vista concetual, a solução final, selecionada com modelo multicritério e intensamente debatida, inclui intervenções tradicionais e não convencionais: a) novos dispositivos intercetores (triplos sumidouros de grades anti-roubo) e coletores gravíticos; b) reabilitação de coletores; c) soluções de controlo na origem e d) emissários de descarga sob pressão, sem serviço de percurso, que descarregam os efluentes pluviais da zona alta diretamente no estuário. Estes emissários constituem as intervenções estruturantes, dada a sua função crucial de evitar a afluência das águas pluviais da zona alta para a zona baixa e foram projetados para minimizar os impactos negativos, durante a construção e sua posterior manutenção.

O sistema foi dimensionado para um período de retorno de 10 anos, no caso da rede de coletores, e para T =25 anos, no que respeita as intervenções estruturantes, recorrendo a simulação dinâmica de desempenho (modelo EPA SWMM), num quadro de alterações climáticas, designadamente de agravamento de eventos extremos e de subida do nível do mar.

Palavras Chave – adaptação; controlo na origem; drenagem urbana; inundações; simulação dinâmica

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

55

RISCOS COMPOSTOS DE INUNDAÇÕES EM CIDADES COSTEIRAS – O CASO DA CIDADE DE MAPUTO, EM MOÇAMBIQUE

Filipa FERREIRA[1,2 @], José Pedro MATOS[1], Diogo MENDES[1], Sílvia CABRITA[3], José Saldanha MATOS[1,2]

@ Autor correspondente: filipamferreira@tecnico.ulisboa.pt
1 CERIS, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Av. Rovisco Pais 1, Lisboa, Portugal
2 Hidra, Hidráulica e Ambiente, Lda, Av. Defensores de Chaves 31, 1ºE, Lisboa, Portugal
3 Estudante de Programa Doutoral em Alterações Climáticas e Politicas de Desenvolvimento Sustentável.

RESUMO

As inundações urbanas podem resultar em elevados prejuízos para pessoas e bens, com tendência a agravarem-se, no futuro, em face da ocupação do território e dos efeitos de alterações climáticas. As cidades costeiras são particularmente afetadas, com previsões de danos superiores a 50 mil milhões de dólares até 2050 devido, nomeadamente, à subida do nível do mar, que condiciona as descargas, e à intensificação de fenómenos meteorológicos extremos. Esse efeito é especialmente grave quando atinge comunidades vulneráveis, sobretudo de baixos rendimentos.

Neste estudo procede-se à avaliação estatística de riscos compostos de inundações urbanas numa parte da cidade de Maputo, atendendo à probabilidade de ocorrência de eventos de precipitação significativa simultaneamente com níveis de maré astronómica, num quadro de alterações climáticas. Para tal, recorreu-se a simulação dinâmica (EPA SWMM) para avaliar sistematicamente o desempenho dos sistemas para múltiplos níveis do mar e eventos de precipitação, incluindo a modelação do sistema existente e do novo sistema já reabilitado, em conformidade com o projeto desenvolvido recentemente para o Conselho Municipal de Maputo (CMM). A análise foi efetuada usando uma abordagem de incerteza que combina a distribuição estatística do nível de maré astronómica com uma distribuição estatística ajustada à mudança média modelada da subida do nível médio do mar.

Os resultados obtidos permitiram concluir que, no futuro, e face à concretização das intervenções propostas, os riscos de inundações da baixa de Maputo serão reduzidos significativamente. As alterações climáticas agravam o risco de cheias, tornando, futuramente, a análise de inundações compostas especialmente relevante.

A correlação entre precipitação e tempestades/ciclones pode afetar o perfil de risco. Nesse sentido, justificam-se análises estatísticas do impacto de eventos de precipitação em Maputo, alargados a toda a cidade, incluindo a zonas peri-urbanas, usando modelos acoplados 1D-2D, considerando também o escoamento superficial e o desempenho dos dispositivos intercetores.

Palavras Chave – alterações climáticas; eventos combinados; simulação dinâmica; sistemas de drenagem; subida do nível do mar.

56

GESTÃO E TRATAMENTO DE LAMAS FECAIS EM MAPUTO, MOÇAMBIQUE - A ETAR DO INFULENE E O ATERRO DE KATEMBE

Filipa FERREIRA[1,2 @], Joana PISOEIRO[2], Fernando MAZUZE[3], Raul JÚNIOR[4], José Saldanha MATOS[1,2]

@ Autor correspondente: filipamferreira@tecnico.ulisboa.pt
1 CERIS, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Av. Rovisco Pais 1, Lisboa, Portugal
2 Hidra, Hidráulica e Ambiente, Lda, Av. Defensores de Chaves 31, 1ºE, Lisboa, Portugal
3 AIAS - Administração de Infra-Estruturas de Águas e Saneamento, Av. Eduardo Mondlane 1352, Maputo, Mozambique
4 DNAAS - Direcção Nacional de Abastecimento de Água e Saneamento, R. da Imprensa 162, Maputo, Moçambique

RESUMO

Na maioria das cidades dos países em desenvolvimento, nomeadamente da África Subsariana, apenas as áreas urbanas mais antigas e consolidadas dispõem de sistemas de saneamento convencionais, para efluentes líquidos, sendo crucial implementar sistemas de gestão e tratamento de lamas fecais para garantir um saneamento seguro para os mais vulneráveis. O tratamento de efluentes e a higienização de lamas de ETAR, latrinas ou fossas sépticas, com a possível reutilização numa abordagem de "economia circular", tem ganhado relevância num quadro de sustentabilidade global.

A presente comunicação divulga o projeto de reabilitação da ETAR do Infulene, em Maputo, recentemente inaugurada, que inclui uma solução híbrida de co-tratamento, de base natural, para efluentes e lamas fecais. Foram realizadas campanhas experimentais para caracterizar a qualidade das lamas acumuladas nas lagoas desde finais da década de 80, concluindo-se que as lamas existentes a remover das lagoas anaeróbias deviam ser confinadas num aterro sanitário dedicado, devido ao teor de metais, que desaconselhava a deposição em solo agrícola, dados os riscos associados. Projetou-se então o aterro sanitário na Katembe, destinado ao confinamento das lamas, permitindo a reabilitação das infraestruturas existentes com riscos controlados.

A nova ETAR foi concebida para servir até 128.000 habitantes equivalentes e tratar 1.340 m³/dia de lamas fecais. O sistema potenciará, no futuro, a reutilização das lamas higienizadas e dos efluentes desinfetados para a atividade agrícola local. O contexto nacional torna o projeto prioritário e pioneiro no desenvolvimento de sistemas de gestão de lamas fecais, promovendo a saúde pública e a proteção ambiental, num contexto de economia circular. A aplicação deste tipo de solução híbrida, de base natural, de lagunagem e leitos de macrófitas, com necessidades mínimas de exploração, será certamente útil para outros países, especialmente da África Subsariana, com condições análogas em termos climáticos e de ocupação do território.

Palavras Chave – Economia circular, gestão de lamas fecais, saneamento inclusivo, saneamento a seco.

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

57

ZAMVISÃO - UMA VISÃO PARTILHADA SOBRE A RESILIÊNCIA ÀS CHEIAS NA ZAMBÉZIA

Joana VIEIRA DA SILVA[1], Fredrik HUTHOFF[2], Josje HOEFSLOOT[3], Francisca MULUANA[4], Peter LETITRE[5], Jaap VAN DER SALM[6]

1 HKV Consultants;
2 IHE Delft Institute for Water Education;
3 VE-R Landscape architects;
4 Environmental consultant;
5 Deltares;
6: H+N+S Landscape architects

RESUMO

Em Fevereiro de 2023, Moçambique sofreu chuvas fortes e persistentes devido à passagem do ciclone tropical Freddy. A província Zambézia e a área da cidade de Quelimane foram severamente afetadas. O governo Moçambicano enviou um pedido oficial de assistência técnica aos Países Baixos, que resultou numa intervenção Dutch Disaster Risk Reductions & Surge Support (DRRS) com incidência nas zonas urbanas de Quelimane e Mocuba e na ria do baixo Licungo (risco de inundação urbana e rural).

Em outubro de 2023, uma equipa de especialistas visitou a província Zambézia para avaliar a situação e a recetividade a uma forma inovadora de discutir potenciais cenários que conduzam a abordagens integradas para apoiar as partes interessadas locais. Após a primeira visita, foram preparados mapas de zonas populacionais, de risco de inundação, infraestruturas, hidrografia, atividades económicas, ecologia, como informação de base necessária para realizar uma workshop a dar numa segunda visita. A segunda visita teve lugar em Abril de 2024 com uma workshop colaborativa de 3 dias (intitulada ZamVisão) que decorreu em Quelimane sob a orientação da Equipa DRRS. Na workshop participativa foi, juntamente com vários intervenientes, desenvolvida uma visão para aumentar a resiliência a inundações e secas, melhorar a gestão integrada de recursos hídricos, aumentar a produção agrícola e impulsionar o desenvolvimento económico da província da Zambézia.

A workshop baseou-se nos planos existentes para a região e explorou desafios e oportunidades à escala regional e à escala das cidades. Reuniu especialistas e diversos grupos de partes interessadas (instituições nacionais e regionais), para interligar perspetivas, aumentar a compreensão dos processos físicos e características das paisagens rurais e urbanas, quebrar barreiras e partilhar conhecimentos, necessidades e constrangimentos.

Em conjunto, foi desenvolvida uma visão para uma ação resiliente às inundações, destacando possíveis intervenções na paisagem e estabelecendo simultaneamente uma ligação com as condições e processos físicos e socioeconómicos atuais. As ações incluem a construção de infraestruturas, vias de comunicação, desenvolvimento urbano, a preservação da natureza e medidas não vinculativas (sistemas de aviso prévio, estímulo à sensibilização). As principais intervenções foram expostas num guia de implementação de projetos, indicando as ações que podem ser iniciadas imediatamente e as que exigem mais preparativos.

Os resultados da ZamVisão servirão de orientação inspiradora para o desenvolvimento de projetos e sua implementação na província da Zambézia.

Palavras-chave: Zambezi, cheias, resiliência, workshop, participação intensa/ interativa, recolha de conhecimentos e necessidades.

58

A COMUNICAÇÃO COMO FERRAMENTA MULTIDISCIPLINAR NA PROMOÇÃO DA RESILIÊNCIA DA SOCIEDADE A EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO

Ana Estela BARBOSA

Laboratório Nacional de Engenharia Civil
Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, PORTUGAL.
E-mail: aestela@lnec.pt

RESUMO

Para aumentar a resiliência das comunidades a eventos extremos de precipitação é necessário ter conhecimentos sólidos e consistentes sobre os cenários de precipitação e as vulnerabilidades. Todavia, este conhecimento de per si pode revelar-se insuficiente.

Evidências de casos reais, no âmbito de fenómenos extremos de precipitação, demonstram a relevância de uma abordagem cuidadosa dos desafios de comunicação. Neste trabalho são apresentados i) resultados do projeto H2020 BINGO, que se focou no impacto dos extremos de precipitação em seis casos de estudo na Europa; ii) dados relativos ao evento extremo de precipitação de 2021, na bacia do rio Ahr (Alemanha) e iii) desafios no contexto da gestão de secas na bacia transfronteiriça dos lagos Prespa (Grécia, Albânia e Macedónia do Norte).

Os resultados demostram que é necessário atender às facetas da comunicação quando o objetivo é aumentar a resiliência a eventos extremos. É fundamental que se considerem as características individuais e específicas do local, a cultura/língua, as percepções e crenças, bem como experiências anteriores. O conhecimento local e dados históricos devem ser valorizados tanto como os melhores dados e resultados científicos.

Os investigadores, os decisores, as partes interessadas e as populações precisam de colaborar para aumentar a resiliência de comunidades e regiões. Tanto a colaboração como as decisões e ações assentam numa boa comunicação. Entende-se que "comunicação" engloba tanto a comunicação humana como a comunicação mediada pela tecnologia, sendo um recurso poderoso para promover a interação e capacitação de todos os actores. Duma forma geral, uma maior proficiência na comunicação, nomeadamente por parte da comunidade técnica e científica, facilita a ligação à sociedade, a identificação de lacunas de conhecimento e de barreiras à disseminação deste, impulsionando a ciência a ir além do estado da arte e a estar ao serviço da sociedade.

59

PROJETO ALBUFEIRA – PROGRAMA DE AVALIAÇÃO CONJUNTO DAS MASSAS DE ÁGUA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS HISPANO-PORTUGUESAS

António Tovar FARO[1] @, Belén Calleja ARRIERO[2], Francisco Cortés SANCHEZ[3], José Luis Vargas PONCINI[4], Manuel Toro VELASCO[4], María Díaz REDONDO[3], Maria Felisbina QUADRADO[5], Maria Teresa FERREIRA[1], Maria Verdugo ALTHÖFER[4], Netftali ROBLAS[4]

@ António Tovar Faro: antoniotfaro@isa.ulisboa.pt
1 Centro de Estudos Florestais, Laboratório Associado TERRA, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Tapada da Ajuda, 1349-017, Portugal
2 Dirección General del Agua - Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Plaza San Juan de la Cruz, 10 28071, Espanha
3 Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas – CEDEX, Calle de Alfonso XII, 3 28014, Espanha
4 Centro de Estudios Hidrográficos - CEDEX, P.º Bajo de la Virgen del Puerto, 3, Espanha e Agência Portuguesa do Ambiente - I. P. (APA), Rua da Murgueira 9, 2610-124, Portugal

RESUMO

O projeto ALBUFEIRA – "Programa de Avaliação Conjunto das Massas de Água das Bacias Hidrográficas Hispano-Portuguesas" foi realizado entre 2018 e 2022, no âmbito do Programa Operacional INTERREG. O objetivo era melhorar a coordenação entre Portugal e Espanha para proteger e utilizar de forma sustentável as massas de água partilhadas, através da harmonização dos métodos de avaliação, o estabelecimento de objetivos e medidas claras e a melhoria da gestão das áreas protegidas, integrando os requisitos da Diretiva Quadro da Água e da Natura 2000. Foram avaliadas 32 massas de água (de sistemas fluviais), com colheitas de elementos biológicos, físico-químicos e hidromorfológicos. O estado ecológico foi determinado usando as metodologias de ambos os países.

Considerando todos os elementos de qualidade, os resultados revelaram discrepâncias em 72% das massas de água analisadas, embora essa discrepância tenha sido significativa (maior ou igual a duas classes de qualidade) em apenas 5 casos (16%). Nos elementos de qualidade biológica, a percentagem de discrepância variou amplamente, de 50% nos macrófitos a 79% na fauna piscícola. Discrepâncias significativas foram observadas com menos frequência: 33% para fauna piscícola, 35% para diatomáceas e 28% para macroinvertebrados bentónicos. Em contraste, os macrófitos não apresentaram discrepâncias significativas. As discrepâncias verificadas surgiram de diferenças na localização dos locais de amostragem, na atribuição de tipologias e condições de referência, e no uso de diferentes indicadores não-intercalibrados para macroinvertebrados bentónicos e ictiofauna, bem como na identificação taxonómica de diatomáceas e indicadores hidromorfológicos.

O projeto permitiu melhorar significativamente a compreensão das massas de água partilhadas entre Portugal e Espanha e foram propostas metodologias de harmonização para mitigar essas discrepâncias. Entre elas, estão: Revisão e padronização das tipologias e tipos de intercalibração; Estabelecimento de condições de referência e limites de classe iguais; e adaptação dos protocolos de amostragem nacionais para garantir comparabilidade dos dados, permitindo uma intercalibração contínua.

Palavras Chave – Directiva Quadro da Água, Estado ecológico, Rios, Massas de água fronteiriças e transfronteiriças.

60

SOLUÇÕES DE CONTENTORIZAÇÃO NA INDÚSTRIA DA ÁGUA

Hélder PEREIRA[1]

1 Vice-Presidente Tecnilab AV Portugal S.A., helder.pereira@tecnilab.pt

RESUMO

A indústria da água enfrenta desafios constantes na gestão e tratamento dos recursos hídricos, exigindo soluções inovadoras e adaptáveis. Neste contexto, as soluções de contentorização surgiram como uma resposta eficaz, combinando flexibilidade, portabilidade e inovação tecnologia para atender às necessidades das entidades gestoras.

Estas soluções consistem em integrar diversos equipamentos essenciais dentro de um contentor marítimo adaptado. Este contentor pode ser equipado com sistemas de análise, doseamento, ou tratamemento e realizar medições contínuas em tempo real de parâmetros críticos, tal como como o Carbono Orgânico Total (TOC), SST, Cloro, pH e condutividade, entre outros, garantindo a qualidade de água dos meios a que se destina, e que a água atenda aos padrões de qualidade exigidos pelas entidades reguladoras.

A facilidade (plug&play), qualidade e a robustez são características distintivas das soluções contentorizadas da Tecnilab AV Portugal. Estes sistemas podem ser facilmente transportados e instalados em diferentes locais, proporcionando uma alternativa prática para situações onde a construção de infraestrutura permanente não é viável. Esta mobilidade é particularmente útil em em locais remotos ou operações temporárias, e de emergência onde a implementação rápida de sistemas de tratamento de água é necessária.

A versatilidade das soluções contentorizadas também permite que sejam personalizadas de acordo com as especificidades de cada projeto. Desde o tipo de tratamento necessário até as condições ambientais do local de instalação, cada contentor pode ser configurado para atender exatamente às necessidades da entidade gestora, proporcionando uma solução sob medida que maximiza a eficácia e a eficiência.

Em resumo, as soluções de contentorização representam uma abordagem avançada e flexível para a gestão da água na indústria. Combinando a portabilidade com a precisão da medição contínua e o controlo automatizado, oferecendo uma resposta robusta e adaptável aos desafios da gestão hídrica, garantindo a qualidade da água e a conformidade com os regulamentos ambientais.

Palavras-chave: Inovação, contentorização, portabilidade, monitorização da qualidade, doseamento, redução de custos de operação.

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

61

AVALIAÇÃO DE RISCOS CLIMÁTICOS E A ESTRATÉGIA DE REDUÇÃO DE IMPACTOS DE DESASTRES

Carmindo MBANGUINE[1], Sergio UILISSONE[2]

1 UEM Maputo, Cidade da Maxixe, Inhambane Province, Mozambique(Carmindo.Mbanguine@gmail.com)
2 UEM Maputo, Cidade de Maputo, ,Cidade de Maputo, Mocambique(chizianejose0@gmail.com)

RESUMO

Moçambique enfrenta riscos climáticos significativos intensificados por eventos climáticos extremos como ciclones, inundações, cheias e secas. A vulnerabilidade de país é agravada por sua localização geográfica, com uma extensa costa de cerca de 2.700 km, e pela fragilidade socioeconómica, já que mais de 60% da população vive em zonas costeiras expostas a tempestades intensas e à elevação do nível do mar. Projecções indicam um aumento na temperatura média entre 1,5°C e 2°C, além de uma maior intensidade de eventos pluviométricos e ciclones. A elevação dos níveis do mar também é prevista, colocando em risco infra-estruturas, agricultura costeira, ecossistemas e a pesca. Apesar do aumento da migração para áreas urbanas, dois terços da população ainda reside em zonas rurais com acesso limitado a electricidade, água potável e saneamento, tornando essencial o fortalecimento da governança e a implementação de medidas de redução de riscos de desastres (RRD). Para mitigar esses desafios, é crucial adoptar uma abordagem integrada e coordenada. Isso inclui o desenvolvimento de políticas e planos de acção que integrem RRD e adaptação às mudanças climáticas (AMC), investimento em infra-estrutura resiliente, sistemas de aviso prévio e programas de conscientização comunitária. Além disso, a implementação de medidas que aumentem a resiliência das comunidades e ecossistemas, como reflorestamento e protecção de mangais, é vital. É importante promover a coordenação entre governo, ONGs, sector privado e comunidades locais, assegurando a gestão integrada dos recursos hídricos e monitoramento contínuo. Para alcançar melhores resultados, deve-se adoptar uma metodologia estruturada que inclua avaliação de vulnerabilidades, planeamento detalhado, monitoramento e avaliação contínuos, e financiamento sustentável. Isso é essencial para aumentar a resiliência e minimizar os impactos adversos das mudanças climáticas em Moçambique.

Palavras-chave: Riscos climáticos, desastres, impactos e resiliência.

64

SISTEMAS URBANOS DE DRENAGEM SUSTENTÁVEL (SUDS): ESTUDO DE CASO

João SANTOS[1]

@ Autor correspondente: joaof.santos@ipbeja.pt

1 CREATE (Center for Sci-Tech Research in EArth sysTem and Energy) - Polo IPBeja, Campus do Instituto Politécnico de Beja, Rua Pedro Soares, 7800-295 Beja

RESUMO

Dentro dos atuais conceitos de Drenagem Urbana a gestão integrada e sustentável da água assume-se reconhecidamente como uma das prioridades de grande importância para o incremento da resiliência dos meios urbanos e rurais, face aos impactos extremos associados aos efeitos das alterações climáticas. Perspectiva-se assim um aumento das soluções de controlo na origem que induzem a uma diminuição do volume das águas pluviais afluentes aos sistemas de drenagem existentes, por um lado, e a um aumento da retenção e infiltração, retardando os escoamentos e potenciando o armazenamento de água no solo e nos aquíferos, aspeto essencial para a mitigação dos efeitos das secas, armazenamento de água para rega, assim como para a saúde dos ecossistemas e dos habitats.

Um SUDS trata de conjugar e conciliar no mesmo sistema dois processos hidrológicos distintos que ocorrem com diferentes velocidades e escalas temporais de análise, nomeadamente os escoamentos associados às cheias rápidas ("Fast Hydrology") e a retenção e infiltração induzida dos volumes temporariamente retidos em estruturas hidráulicas adequadamente dimensionadas ("Slow Hydrology").

No presente caso de estudo apresenta-se o funcionamento de um sistema de drenagem urbano, localizado na vila da Benedita, constituido por duas bacias dispostas "On-line" de retenção/ infiltração e cujo objetivo é a mitigação dos impactos negativos resultantes das precipitações intensas de curta duração que frequentemente ocorrem na região Oeste de Portugal, tais como o risco de inundações a jusante e a erosão de solos em áreas urbanas.

Averigua-se a tipologia das bacias, a capacidade de laminagem e o grau de redução do caudal de ponta de cheia associado aos respetivos hidrogramas, assim como a vazão dos dispositivos de saida dos caudais efluentes e a capacidade hidráulica de transporte das infra-estruturas de jusante para condições hidrológicas recentes.

Palavras Chave – Inundações e Cheias, Sistemas de Drenagem Urbana Sustentável, Bacias de retenção e infiltração.

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

65

VIABILIDADE ECONÓMICA NA REUTILIZAÇÃO DA BIOMASSA DOS LEITOS DE MACRÓFITAS USADOS PARA TRATAMENTO DE ÁGUA RESIDUAL COMO FONTE DE RENDIMENTO NAS COMUNIDADES

Marla MUJOVO[1], Ana GALVÃO[2], José Saldanha MATOS[2]

1 Assistente na Universidade Zambeze, Moçambique
2 Professor Catedrático do Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa, Portugal
2 Professora Auxiliar do Instituto Superior Técnico de Lisboa da Universidade de Lisboa, Portugal

RESUMO

A reutilização da água residual tratada tornou-se uma importante estratégia de conservação dos recursos hídricos, particularmente em regiões que sofrem cronica mente de escassez de água. Atualmente, a prática de reutilização da água tem vindo a aumentar em zonas de clima tropical seco, nomeadamente para a irrigação de culturas agrícolas. No entanto, a divulgação e capacitação para essa prática ainda é muito incipiente e limitada nesses países e regiões. O ensaio experimental foi montado na cidade de Tete, com uso de macrófitas "Phragmites australis", constituído por diferente granulometria de brita. as macrófitas demostraram eficiência na remoção de parâmetros físico-químicos, microbiológicos e com eficiência média de remoção da COO de 44%. Tendo em vista uma perspetiva alargada de economia circular, estudou-se também a viabilidade da reutilização da biomassa dos leitos de macrófitas como fonte de rendimento económico. A análise baseou-se na produção de leitos experimentais para servir um bairro da cidade de Tete, em Moçambique, e em informações recolhidas através de questionários e entrevistas a artesãos daquela cidade. A estimativa do rendimento económico decorrente do uso da biomassa das "Phragmites australis com o nome popular de "caniço" foi satisfatória podendo representar um aumento significativo na renda média de um artesão local. Porém, os benefícios podem ser ainda mais potenciados com a implantação de uma Estação de Tratamento de Águas Residuais com tratamento através ou leitos de macrófitas, que fornecerá matéria-prima para a produção de artesanato.

Palavras-chave: Economia circular, reutilização da biomassa, Águas residuais, Clima tropical seco, Leito de macrófitas.

68

ANÁLISE DA EXPANSÃO URBANA E MUDANÇAS CLIMÁTICAS SOBRE A FREQUÊNCIA E MAGNITUDE DAS INUNDAÇÕES URBANAS – O CASO DE MAPUTO – MOÇAMBIQUE

Edelino Guilherme FOQUIÇO[1 @]

@ Autor correspondente: efoquico@ispsongo.ac.mz
1 Instituto Superior Politécnico de Songo, Vila de Songo – Cahora Bassa - Tete, Moçambique

RESUMO

À medida que as áreas urbanas expandem-se, os solos sofrem cada vez mais a impermeabilização devido à substituição da vegetação por superfícies total ou parcialmente impermeáveis como telhados dos edifícios e vias de acesso. Todo o terreno urbano está contido dentro de uma bacia hidrográfica, pelo que, naturalmente, cada centro urbano possui uma rede de drenagem específica. Com a impermeabilização do solo em uma bacia hidrográfica, o escoamento superficial, a magnitude e a frequência das inundações aumentam, enquanto que, o tempo de concentração diminui. Por outro lado, as mudanças climáticas são caracterizadas por alterações dos padrões dos parâmetros do clima como a precipitação, modificando a sua frequência, quantidade, duração e intensidade. A impermeabilização do solo e a intensidade da precipitação são os principais determinantes sobre a magnitude das inundações urbanas. Quando as estruturas de drenagem urbana não existem ou são mal projectadas,

dimensionadas ou conservadas, as águas pluviais seguem a rede de drenagem natural ou transbordam as estruturas construídas, destruindo diversas infra-estruturas sócio-económicas. Este trabalho tem como principal objectivo, fazer uma análise cruzada da urbanização e das mudanças climáticas com vista encontrar o principal determinante sobre as inundações urbanas nos países em vias de desenvolvimento. Com vista alcançar tal objectivo, foram feitas

análises para dois cenários (baixa impermeabilização e alta impermeabilização), com base no coeficiente de escoamento superficial, utilizando uma série de dados (de 1985 a 2024) sobre o uso e a ocupação do solo em algumas zonas da cidade de Maputo (Moçambique) e sobre a quantidade de precipitação em 24 horas. Tendo em conta as características comuns do processo de expansão urbana em países em vias de desenvolvimento, da análise feita, ficou evidente que, o determinante mais importante sobre as inundações urbanas nestes países deriva da expansão urbana não acompanhada de estruturas de drenagem ou com estruturas inadequadas.

Palavras Chave – expansão urbana, inundações urbanas, mudanças climáticas.

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

70

AVALIAÇÃO DA TENDÊNCIA DOS FACTORES DINAMIZADORES DAS CHEIAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO REVÚBUÈ EM MOÇAMBIQUE

Hélder FRANCISCO[1,2 @], Moisés MACAMBACO[3]

@ Autor correspondente: helder.francisco@hcb.co.mz; helder.francisco@student.uc.pt
1 Hidroeléctrica de Cahora Bassa, Vila de Songo, Moçambique
2 Universidade de Coimbra, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil, Portugal
3 Administração Regional de Águas do Centro, Instituto Público - Moçambique

RESUMO

As cheias e inundações representam, a nível mundial, a segunda maior causa de desastres naturais, e o continente africano ocupa a segunda posição como mais afectado. Moçambique é o terceiro país mais vulnerável a desastres naturais no continente, cuja frequência tem aumentado ao longo dos anos, e espera-se que a frequência e intensidade dos eventos de precipitação extrema aumentem para maior parte da África tropical, constituindo um risco iminente de cheias e inundações para o país. A bacia hidrográfica do rio Revúbuè, objecto do presente estudo, vem registando nos últimos anos eventos extremos de cheias cada vez mais frequentes e com tendência crescente na sua magnitude, destacando-se as ocorrências de 2019 e 2022, que arrastaram a ponte que liga as cidades de Tete e Moatize, e causaram vítimas mortais. Este estudo teve como objectivo avaliar a tendência dos principais factores dinamizadores das cheias, como é o caso do uso e cobertura do solo e da precipitação, no sentido de melhor perceber as razões conducentes aos actuais eventos extremos de cheias. A evolução do uso e cobertura do solo na bacia foi avaliada através da interpretação de imagens de satélite do sensor MODIS, com recurso ao Quantum GIS (QGIS) e a tendência da precipitação nos postos udométricos representativos da região foi avaliada pelo teste não paramétrico de Mann-Kendall e método não-paramétrico de Sen. Os resultados apontam para uma redução progressiva da floresta e aumento da pradaria, que tem menor capacidade de retenção superficial da precipitação, e o teste não-paramétrico de Mann-Kendall e o método não-paramétrico de Sen sugerem a existência de uma tendência crescente da precipitação na região da bacia hidrográfica do rio Revúbuè.

Palavras Chave – Rio Revúbuè; cheias fluviais; tendência de precipitação, sensor MODIS; Mann-Kendall, Sen.

71

DELIMITAÇÃO AUTOMÁTICA DA SUB BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO LUGENDA, USANDO MDE E EXTENSÃO ARC HYDRO

João MACOMBE

jmacombe@ucm.ac.mz
Faculdade de Gestão de Turismo e Informática - Universidade Católica de Moçambique
Pemba-Moçambique

RESUMO

As bacias hidrográficas constituem unidades territoriais de planeamento que podem ser tratadas como um sistema onde há entradas, saídas e transformações. Desta forma, os modelos de gestão dos recursos hídricos assumem a bacia hidrográfica como unidade geográfica de referência ou de intervenção, uma vez que nela ocorre boa parte das relações de causa e efeito que envolvem o meio ambiente. Nas últimas décadas vêm sendo desenvolvidos vários métodos para a delimitação automática das bacias hidrográficas. Para a presente pesquisa, cujo objetivo é apresentar a metodologia de delimitação automática de bacias hidrográficas a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE), foi utilizada a extensão Arc Hydro adicionado ao sistema ArcGIS 10.8 e aplicá-lo para o estudo da sub-bacia do rio Lugenda, afluente do rio Rovuma, para apoiar no planeamento e gestão dos recursos hídricos nessa sub-bacia hidrográfica. A partir de MDE da SRTM com resolução espacial de 90 m, foi empregada como método a sequência de cálculo de direcção e acumulação de fluxo, definição de rede de drenagem e delimitação de sub-bacias. Os resultados mostraram a delimitação de sub-bacia do rio Lugenda e permitiram calcular a área total da sub-bacia, destacar rede de drenagem (identificação do curso de água), identificação dos pontos cotados, identificação do exutório, classificar a rede de drenagem (hierarquização), traçar linha contínua, que inicie e termine no exutório, de modo que não cruze um curso de água, e observar as curvas de nível (limite da bacia), podendo concluir-se que o método de delimitação automática de bacias hidrográficas utilizando o aplicativo Arc Hydro, pode ser adoptado por entidades que trabalham com mapeamento de bacias hidrográficas para fins de planeamento e gestão dos recursos hídricos, por tratar-se de um método apropriado, para conceituar os sistemas de águas superficiais e descreve recursos como redes de drenagem, bacias hidrográficas e canais.

Palavras-chave: Arc Hydro; ArcGIS: Bacia hidrográfica; Delimitação automática; MDE; Rio Lugenda.

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

74

O IMPACTO DO EL NIÑO OSCILAÇÃO SUL (ENSO) NA BACIA DO ZAMBEZE E AS SUAS IMPLICAÇÕES NA DISPONIBILIDADE DE ÁGUA PARA A GERAÇÃO DE ENERGIA HIDROELÉCTRICA NO ANO HIDROLÓGICO 2023/24

José MATOLA[1] @, Manuel MAHUNGUANA[2]

[1,2] Hidroeléctrica de Cahora Bassa. Mozambique. www.hcb.co.mz
[1] @ jose.matola@hcb.co.mz [2] @ manuel.mahunguana@hcb.co.mz

RESUMO

Este artigo tem como objectivo analisar o impacto do fenómeno El Niño-Oscilação Sul (ENSO) na disponibilidade de água na bacia do Zambeze, especificamente em relação às operações das hidrolétricas. A meta final é facilitar um processo informado de tomada de decisões para os operadores de barragens em particular, e aos gestores de recursos hídricos na bacia, em geral.

Os empreendimentos hidroelétricos caracterizam-se por uma alta sensibilidade à variabilidade climática, especialmente em relação aos regimes de precipitação e escoamento, a sazonalidade dos eventos e, aos extremos hidrológicos associados, como cheias e secas. Embora as cheias representem riscos à segurança das infraestruturas hidroelétricas, das populações e propriedades a jusante, as secas apresentam desafios adicionais para a segurança energética e alimentar. Secas prolongadas ou severas podem levar ao esgotamento da água das albufeiras, diminuindo sua capacidade de sustentar actividades socio-económicas e de geração de energia. Um fator climático significativo é o El Niño Oscilação Sul (ENSO), uma flutuação natural nas temperaturas da superfície do mar (TSM) no Pacífico tropical que ocorre em escalas de tempo interanuais (dois a sete anos). El Niño, a fase quente do ciclo ENSO, influencia os padrões de precipitação na África Austral, geralmente trazendo chuvas abaixo da média, impactando significativamente a disponibilidade de água, especialmente para operações hidroelétricas.

A bacia do Zambeze é a quarta maior da África, abrangendo uma área de drenagem de aproximadamente 1,4 milhões de km^2. Ela se estende por 8 países, com seu curso principal estendendo se por aproximadamente 2.700 km de suas origens na Zâmbia até o Oceano Índico ao longo da costa de Moçambique. Esta bacia serve como uma fonte crucial de produção de energia hidroelétrica na região da Comunidade de Desenvolvimento da África Austral (SADC), ostentando mais de 6 GW de capacidade instalada. As principais infraestruturas hidroelétricas na região incluem Kariba (2.130 MW), Cahora Bassa (2.075 MW), Kafue Gorge Upper (990 MW), Kafue Gorge Lower (750 MW) e Itezhi-Tezhi (120 MW).

O escoamento do Rio Zambeze é altamente sazonal, influenciada principalmente pelos padrões de precipitação e, adicionalmente, pela retenção em planícies de inundação, pântanos e lagos artificiais (albufeiras). Os maiores níveis de escoamento ocorrem durante a estação chuvosa, geralmente abrangendo de outubro/novembro a março/abril. Ao longo da história, o escoamento do rio demonstrou ciclos alternados de escassez e de abundância de chuvas de durações variadas, amplamente impactados pela variabilidade climática, impulsionada por factores como ENSO, a trajectória da Zona de Convergência Intertropical (ITCZ) e sistemas climáticos regionais ou locais como o Dipolo do Oceano Índico (IOD) e a Oscilação Madden Julian (MJO).

Um caso ilustrativo é a estação chuvosa de 2023/24, que ocorreu entre outubro 2023 e março 2024, na bacia do Zambeze, caracterizada como uma das mais secas estações chuvosas nas últimas três décadas.

Esta condição foi influenciada principalmente pelo evento El Niño moderado a forte, que criou impactos significativos no armazenamento de água nas principais albufeiras (Kariba, Cahora Bassa, Itezhi-Tezhi e Kafue Gorge Upper) e,

subsequentemente, afectando a segurança energética na região da Comunidade de Desenvolvimento da África Austral (SADC).

O El Niño está impactando negativamente a disponibilidade de água na bacia do Zambeze, obrigando as empresas hidroelétricas a introduzir restrições à geração. Consequentemente, alguns países ribeirinhos (Zâmbia, Zimbabwe e Malawi) recorreram à implementação de medidas drásticas de redução de potência distribuida aos utentes de modo a poupar a pouca energia disponível.

A ocorrência persistente do El Niño representa uma ameaça ao desenvolvimento econômico da região, levando os estados a explorar soluções tanto no curto quanto no longo prazo. É essencial introduzir novas abordagens destinadas a mitigar os impactos da baixa disponibilidade de água. Por exemplo, a implementação de curvas de de utilização nas regras de operação das albufeiras que introduzem

restrições antecipadas na geração de energia hidroelétrica, em determinados níveis de armazenamento, de modo a evitar o esgotamento das albufeiras. Além disso, a operação sincronizada das barragens em cascata na bacia do Zambeze pode aumentar a eficiência na utilização dos recursos hídricos e garantir uma distribuição justa dos benefícios em toda a bacia. Aumentar a precisão dos sistemas de previsão de afluências pode proporcionar aos gestores de barragens uma oportunidade de tomada de decisões eficazes e eficientes sobre o uso da água na bacia.

Palavras-chave: ENSO, Bacia do Rio Zambeze, Geração de Energia Hidroelétrica, Disponibilidade de Água

O Sr. **José Matola** é Engenheiro Civil formado pela Universidade Eduardo Mondlane em 1995. Após um curso de pós-graduação no Instituto Internacional de Infraestrutura, Engenharia Hidráulica e Ambiental (IHE-Delft), obteve o título de Mestre (MSc) em Gestão de Recursos Hídricos e Meio Ambiente em 1998. Tem 29 anos de experiência na área de Hidrologia e Gestão de Recursos Hídricos. Actualmente, é Director da Direcção de Hidrologia, Segurança da Barragem e Estruturas na empresa Hidroelétrica de Cahora Bassa, com responsabilidades no monitoramento estrutural da barragem, na gestão hidroenergética e ambiental da albufeira. É autor e coautor de várias comunicações apresentadas em diferentes conferências internacionais, nomeadamente HYDRO INTERNACIONAL, ICOLD, SILUSBA, IHA, etc. É um membro efectivo da Ordem dos Engenheiros de Moçambique com cédula profissional nº 757, colégio de Engenharia Civil.

O Sr. **Manuel Mahunguana** é hidrólogo na Hidroeléctrica de Cahora Bassa. Ele é formado em Meteorologia na Universidade Eduardo Mondlane e Mestre em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, onde se concentrou em hidrologia, área na qual trabalha a mais de 10 anos. Suas áreas de interesse incluem Meteorologia, Climatologia, Mudanças Climáticas, Hidrologia, Gestão de Recursos Hídricos, GIS e Sensoriamento Remoto em Recursos Hídricos, Gestão de Riscos de Desastres, Programação, Engenharia de Software, Ciência de Dados e Inteligência Artificial.

75

(RE)PENSAR AS REDES HIDRÁULCIAS DOS EDIFÍCIOS – AROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS E CINZENTAS

Jorge CARDOSO-GONÇALVES[1 @], Samuel GONÇALVES[2], Diana TAVARES[3]

@ Autor correspondente: jjtc.goncalves@gmail.com
1 Ph.D. degree in Civil Engineering, Faculty of Engineering of University of Porto, Rua Dr. Roberto Frias, 4200-465 Porto, Portugal
2 Master degree in Architecture, Summary Architecture, Rua do Monte Cativo 258, 4050-399 Porto, Portugal (sg@summary.pt)
3 WSCM – Water Services Consulting and Management, Lda, Centro de Incubação e Inovação Industrial de Arouca 4540-322 Escariz, Arouca, Portugal

RESUMO

A presente análise concetual recai sobre uma solução de aproveitamento de águas pluviais e residuais cinzentas (SAAPC), através de um filtro de fitorremediação, com um espelho de água com vantagens do ponto de vista estético e de eficiência térmica de um edifício em estudo, o Ci3 – Centro de Incubação e Inovação Industrial de Arouca. Procura-se desenvolver uma solução simples, economicamente viável e replicável em outros edifícios.

O SAAPC pretende configurar uma estratégia de redução do consumo de água potável no Ci3, através do aproveitamento e tratamento das águas pluviais precipitadas nas zonas imperme abilizadas e das águas residuais cinzentas produzidas no edifício. A diminuição dos caudais afluentes aos sistemas públicos de drenagem de águas pluviais e residuais refere-se como contributo para a sustentabilidade ambiental do edifício, através de uma solução de controlo na origem.

As soluções adotadas têm por base o princípio da contenção do investimento. Para que possam vir a ser efetivamente disseminadas, as inovações ecologicamente positivas têm de ser, simul taneamente, economicamente atrativas.

Palavras Chave – aproveitamento de água, águas pluviais, águas cinzentas, eficiência energética.

76

DESAFIOS DE FINANCIAR AS INFRA-ESTRUTURAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA (TEMA QUE ABRANGE AS REFORMAS INSTITUCIONAIS E PPP'S)

Rosmina SITOE, Jeremias MALOA, Elias MACHAVA, Sérgio CAVADIAS

Autor correspondente: rsitoe@fipag.co.mz
FIPAG-Fundo de Investimento e Património do Abastecimento de Água, Avenida Filipe Samuel Magaia, Nº 1297, Moçambique

RESUMO

O financiamento às infra-estruturas de abastecimento de água potável em Moçambique tanto urbano como rural, tem enfrentado grandes desafios que demandam reformas institucionais e legais, por forma a permitir maior eficiência e competitividade do serviço público de abastecimento de água. Os principais desafios para financiar as estruturas de abastecimento são os seguintes:

1. Baixa sustentabilidade do sector de abastecimento de água em relação aos outros sectores, tarifas sociais e baixos níveis de cobertura em zonas periurbana e rurais.
2. Priorização de investimento em infra-estruturas de abastecimento de água na estratégia do Governo de desenvolvimento económico-social do país.
3. Optimizar o valor dos fundos públicos existentes, incentivando o desempenho do sector, melhorando o direccionamento dos subsídios e promovendo um melhor planeamento e gestão do serviço público de abastecimento de água.
4. Necessidade de liberalização do mercado e criar incentivos, para permitir mais investimentos do sector privado.
5. Incentivar a inovação e novas abordagens menos exploradas, como fundos climáticos e obrigações de impacto social, explorando fontes de financiamento raramente acedidas pelo sector de água e saneamento
6. Mobilizar mais recursos, criando políticas adequadas de recuperação de custos, reformando os sistemas tarifários, introduzindo impostos direccionados e estabelecendo uma série de opções para subsídios combinados.

OBJECTIVO DOS TEMAS:

a) Incentivar a discussão de processos de estruturação e mobilização de financiamentos para o investimento em infra-estruturas deficitários;

b) Colher experiências para mobilização de investimento para um sector social em época de restrição económica em um país em desenvolvimento.

c) Partilhar o ponto de situação sobre as reformas institucionais, que tem como objectivo promover o investimento no subsector e melhorar a eficiência dos SAA.

Palavras Chave – Parcerias Público-Privadas, Reformas institucionais, Incentivos fiscais e não fiscais (subsídios), Mobilização de Financiamento.

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

78

IMPACTOS AMBIENTAIS DE ÁGUAS DE ESCORRÊNCIA RODOVIÁRIAS: ADITIVOS DE PNEUS COMO POLUENTES DE ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS URBANOS

João L. T. PESTANA[1], Ana Estela BARBOSA[2]

1 (CESAM & Departamento de Biologia, Universidade de Aveiro, Portugal;
2 (LNEC)

RESUMO

O crescimento populacional e a urbanização representam importantes desafios globais para o desenvolvimento sustentável. A poluição causada pelo tráfego rodoviário é uma ameaça significativa para a saúde humana e ambiental em contexto urbano. Seis milhões de toneladas de partículas de desgaste de pneus são libertadas anualmente e com elas, centenas de produtos químicos usados como aditivos para melhorar a qualidade e eficiência da produção dos pneus. A presença ubíqua de aditivos derivados de pneus nestas águas de escorrência representa uma fonte significativa de poluição para ecossistemas aquáticos urbanos que urge gerir e avaliar.

O Centro de Estudos do Ambiente e do Mar da Universidade de Aveiro (CESAM/UA) e o Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) uniram esforços para iniciar um projeto de investigação dedicado à avaliação do risco ambiental e gestão da poluição causada pelos aditivos derivados de pneus em Portugal. Para além de monitorizar e quantificar os níveis de alguns aditivos derivados de pneus em águas de escorrência de estradas e em ecossistemas aquáticos, pretende-se avaliar a toxicidade desses compostos em invertebrados aquáticos, sob condições relevantes de exposição (aquecimento, salinização e poluição luminosa) para prever os potencias impactos na biodiversidade e no funcionamento dos ecossistemas aquáticos urbanos já sob pressão das alterações climáticas globais. Através de uma abordagem inovadora e multidisciplinar pretende-se que este projeto promova ainda: i) a capacitação das instituições nomeadamente em abordagens e técnicas de química analítica, ecotoxicologia, ecologia urbana e políticas ambientais; ii) novas ferramentas e soluções integradas para uma melhor gestão e mitigação de poluição das águas de escorrência urbanas; e iii) a divulgação e discussão alargada dos resultados com diferentes atores incluindo comunidade científica, reguladores, autarquias, indústria e sociedade civil, visando a promoção de melhores politicas ambientais focadas na proteção da biodiversidade, dos serviços dos ecossistemas e no desenvolvimento sustentável das nossas cidades.

Palavras-chave: poluição de escorrências de estradas; avaliação de risco ambiental, ecossistemas aquáticos urbanos; alterações climáticas.

86

VIABILIDADE DE EXPLORAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NOS DISTRITOS DE CHIGUBO, FUNHALOURO, MABOTE E GOVURO

Fátima ISMAEL, Mário LANGA

TÉCNICA ENGENHEIROS CONSULTORES, LDA

RESUMO

A TÉCNICA realizou dois estudos de análise da viabilidade de exploração de água subterrânea, nos Distritos de Chigubo e Funhalouro no período de Janeiro à Março de 2017, Distritos de Mabote e Govuro entre Abril e Maio de 2017, distritos localizados nas províncias de Gaze e Inhambane (2017), ambos estudos para a Oxfam.

O principal objectivo do estudo foi o de avaliar a disponibilidade dos recursos subterrâneos nestes distritos e obter uma ferramenta de tomada de decisão sobre a viabilidade de exploração.

Para a realização dos estudos procedeu-se, numa primeira fase, a recolha de dados secundários suportados depois por dados primários, incluindo a realização de sondagens eléctricas verticais (SEV). Foi considerada uma base de dados de 109 amostras e realizadas 15 SEV em Funhalouro, 28 amostras e 28 SEVs em Chigubo, 60 amostras e 5 SEVs em Goburo e 70 amostras e 8 SEVs em Mabote.

Posteriormente procedeu-se a compilação dos dados, adoptando o método de análise multicritério como ferramenta para tomada de decisão sobre a disponibilidade de água subterrânea.

Para a determinação da viabilidade de exploração de água subterrânea, foram considerados seis (06) parâmetros como os mais relevantes, nomeadamente: conductividade eléctrica, profundidade e produtividade dos furos, precipitação, permeabilidade, cobertura vegetal. Os últimos três, foram englobados num parâmetro distinto denominado recarga dos aquíferos. Para cada parâmetro foram definidas classes de pontuação de 0 à 10 baseadas na maior ou menor influência na potencialidade de exploração de água subterrânea.

Feita a classificação de cada parâmetro, definiu-se os pesos/pontuações relativas de cada para permitir o cálculo da média ponderada, ou seja, a classificação final de um determinado ponto.

Os resultados foram apresentados em mapas com recurso a ferramentas de Sistema de Informação Geográfica demonstrando, de forma gráfica, a variabilidade espacial de cada parâmetro que influencia na avaliação da viabilidade.

A ferramenta ora apresentada neste estudo pode servir de tomada de decisão estratégica sobre a exploração de água subterrânea num determinado local, quer ao nível de exploradores individuais, ao nível comunitário, regional ou mesmo nacional.

88

SISTEMAS DESCENTRALIZADOS DE LAMAS FECAIS: UM MODELO DE DECISÃO MULTICRITÉRIO

Carolina CASTRO[1 @], Rita MATOS[2], José Saldanha MATOS[1,2]

@ Autor correspondente: c.castro@hidra.pt
1 Hidra, Hidráulica e Ambiente, Av. Defensores de Chaves, 31–1º Esq., 1000-111 Lisboa, Portugal
2 Civil Engineering Research and Innovation for Sustainability (CERIS), Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa, Portugal

RESUMO

O saneamento seguro é um direito humano e um fator essencial para o desenvolvimento social e económico das sociedades. A ausência de saneamento seguro é responsável anualmente por cerca de 830 mil mortes (UNICEF & WHO, 2020). De acordo com a ONU, 56% da população mundial ainda não possui acesso a serviços de saneamento seguro e 494 milhões de pessoas praticam defecação a céu aberto (UN, 2022).

A disponibilidade de água é um fator essencial na escolha do sistema de saneamento a implementar. Onde não existem sistemas de abastecimento de água canalizada, devem ser adotados sistemas de saneamento localizado (SL). Atualmente, 2,7 mil milhões de pessoas no mundo utilizam sistemas de SL (Rao et al., 2016).

O modelo desenvolvido visa apoiar a decisão de implementação de um sistema de Gestão de Lamas Fecais (GLF) numa cidade, cobrindo a cadeia de GLF, desde a interface com o utilizador até ao tratamento, apresentando soluções recomendadas e estimativas de investimento para cada fase. Considerando aspetos sociais, económicos, técnicos e ambientais, o modelo classifica as tecnologias de 1 a 5, excluindo as inadequadas ao local e recomendando as melhores classificadas. Inclui soluções para saneamento a seco (Latrina Simples, Latrina Melhorada Ventilada, Fossa Alterna, Latrina Ecológica, Saneamento com base em recipientes) e com água (Fossa Séptica), além de métodos de recolha mecânicos e motorizados (Vacutug, Limpa-Fossas). O transporte pode ser manual ou motorizado. O modelo analisa ainda a necessidade de Estações de Transferência de Lamas, diferenciando o transporte primário e secundário. O utilizador tem a possibilidade de dividir a área até 10 zonas distintas, de acordo com as suas características, para soluções específicas.

O modelo serve como ferramenta auxiliar no planeamento da cadeia de GLF, garantindo o acesso universal a serviços de saneamento seguro, assentando no conceito de Saneamento Inclusivo à Escala da Cidade.

Palavras Chave – Saneamento Localizado, Lamas Fecais, Sustentabilidade, Gestão de Lamas Fecais.

91

O MERCADO DE SERVIÇOS DE ÁGUA E SANEAMENTO EM MOÇAMBIQUE E O DESENVOLVIMENTO DOS OPERADORES DE ÁGUAS

Manuel ALVARINHO

Associação Aquashare

RESUMO

Moçambique está a enfrentar um desafio crescente na sustentabilidade dos serviços de água e saneamento há medida que o investimento em infraestruturas cresce. Esta apresentação pretende identificar os contornos deste desafio e propor abordagens que visem uma alteração desta situação. Desde a preparação dos planos associados aos Objectivos de Desenvolvimento do Milénio, e por cerca de duas décadas, algumas iniciativas que procuraram defender a primazia do desenvolvimento de capacidades dos operadores profissionais da água, em particular de operadores privados, pouco impacto produziram. O tópico desta apresentação vai defender uma reflexão relacionada com o entendimento do que é o mercado da água e de como a prestação de serviço deve responder a esse mercado. É preciso reconhecer que o mercado real não é algo monolítico e que um mesmo padrão de serviço responda às necessidades e expectativas do consumidor/utente. Que modelos de negócio melhor respondem a esse mercado e viabilizam um serviço sustentável e eficiente? O grau de monopolização e a natureza dos prestadores de serviços é assunto que será equacionado. A procura de um novo entendimento na óptica de se acelerar o desenvolvimento do sector, vai defender uma maior prioridade do investimento do sector no reforço do papel dos operadores de águas e o desenvolvimento das suas capacidades e na importância de investimentos de manutenção do capital e no desenvolvimento de ferramentas de gestão dos serviços.

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

92

OPTIMIZAÇÃO DE PERDAS RESULTANTES DO PROCESSO DE TRATAMENTO DE ÁGUA NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA) DE UMBELUZI ATRAVÉS DA REUTILIZAÇÃO DOS EFLUENTES - DIMENSIONAMENTO DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS

João Afonso FRANCISCO

joaoafonso1407@gmail.com ou jfrancisco@adrmm.co.mz , 827102101/846101460
Águas da Região Metropolitana de Maputo

RESUMO

O processo convencional de tratamento, nas Estações de Tratamento de Água (ETA), exige a utilização de água potável para a lavagem de filtros, e o subproduto deste processo é a água da lavagem de filtros cuja qualidade não é aceitável para reutilização directa no sistema, originando-se um efluente a ser descartado/tratado. A este efluente, agrega-se a água lamacenta descarregada a partir dos decantadores, portanto, o processo de tratamento de água gera resíduos.

Nestes resíduos, a água resultante do processo de lavagem de filtros representa a maior componente e o seu descarte descontrolado em cursos de água como é o caso da ETA de Umbeluzi, gera danos ao meio ambiente que variam desde o aspecto visual desagradável do curso de água no ponto de descarga, o aumento na concentração de metais e sólidos suspensos, aumento de nutrientes e a ocorrência de agentes patogênicos. Por outro lado gera perda significativa de água e a sua recuperação poderia ser uma mais valia para a reutilização no sistema ou para outros fins que não carecem de água potável, diminuindo assim a pressão sobre as fontes tradicionais.

Este volume descartado varia de 1 a 5% do volume tratado, portanto, tomando como exemplo a ETA de Umbeluzi que produz em média 8.500 m^3/h e um volume de perdas no tratamento que varia de 3% a 5%, estima-se perdas entre 255 a 425 m^3/h, o suficiente para abastecer cerca de 50.000 habitantes. A cobertura do serviço de abastecimento de água em Moçambique é de 52% e a distribuição de água na maior parte das cidades é feita de forma intermitente. Estes dados associados ao facto de ser um país de jusante, que partilha a maior parte das suas bacias hidrográficas, torna a situação do abastecimento de água de recursos hídricos insegura e nalgumas bacias, como é o caso de Umbeluzi, problemática. Assim, a busca de soluções alternativas para o abastecimento de água leva a pensar em soluções de reutilização da água com o objectivo não só de proteger o meio ambiente mas também de responder á demanda necessária e garantir a exploração sustentável das fontes num contexto de mudanças climáticas.

É neste contexto que se elaborou o presente estudo que caracteriza a água residual resultante do processo de tratamento de água na ETA de Umbeluzi para efeitos de reutilização no processo após o devido tratamento, bem como a identificação do tratamento adequado a realizar e o respectivo dimensionamento.

Palavras-chave: Estação de Tratamento de Água de Umbeluzi; Seca; Água da Lavagem de Filtros; Reutilização; Estação de Tratamento de Águas Residuais.

93

EXPERIÊNCIA DA REGIÃO METROPOLITANA DE MAPUTO NA REDUÇÃO DE PERDAS COMERCIAIS NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Joaquim BIÉ[1]

1 Joaquim Samuel Bié: jbie@adrmm.co.mz
ADRMM, Av. Eduardo Mondlhane nº1352, Maputo, Moçambique

RESUMO

As perdas de água constituem-se em um problema mundial para maioria das entidades gestoras de sistemas públicos de abastecimento de água, gerando ineficiência a maioria dos sistemas; porém, alguns países ou cidades, com uma boa planificação, conhecimento, recursos e gestão, conseguiram atingir e manter baixos níveis de perdas nos seus sistemas. Assim, com a necessidade de melhoria do desempenho, as empresas de água encontram nas perdas de água oportunidade de melhoria da eficiência operacional, elevando o seu desempenho, sem efectivamente contar com a entrada de novos investimentos de expansão e reabilitação das Infra estruturas.

Quando se analisa as perdas em sistemas de abastecimento de água, tem que se deixar de lado a primeira noção que vem à mente, de que "perda" é toda a água tratada que foi produzida e se perdeu no caminho, não chegando a ser consumida pelos clientes da empresa de saneamento. O conceito de perdas, todavia, vai mais adiante. Pode-se também considerar "perda", sob o ponto de vista empresarial, todo produto (água tratada) que foi entregue e por alguma razão não foi faturado pela Empresa, não sendo contabilizado como receita da empresa. Dessa forma, em uma empresa de águas, podem ser identificados dois tipos de perdas: Real (Fisica) e Aparente (Comercial). O sistema de Maputo, caracteriza-se por zonas com rede nova e outras com rede antiga e em locais com assentamentos informais e bairros não urbanizados, situação essa contribui para elevado índice de perdas, sobretudo as perdas comerciais.

A preocupação e o compromisso Mundial pela qualidade de vida através da disponilidade de água potável para todos, é manifestada no Objectivo número 06 das ODS (Objectivos de Desenvolvimento Sustentável) que prevê Assegurar a disponibilidade e a Gestão Sustentável de Água e Saneamento para Todos. Nesta contenda, o Governo de Moçambique em seu Plano Quinquenal de Governo (2020/2024) assumiu o compromisso de incrementar a cobertura dos serviços melhorados de Abastecimento de Água nas Zonas Urbanas e reduzir para 33% as perdas de água nos SAA.

Em resposta e seguimento a orientação estratégica, a Empresa Águas da Região Metropolitana de Maputo que gere o sistema de abastecimento de água da capital Moçambicana, em 2019, altura em que a água não facturada situava-se a 57% equivalente, iniciou com, o Programa de Redução de perdas designado "PROGRAMA ACELERADO E INTEGRADO DE REDUÇÃO DE PERDAS (PAIRP 20/24)". Este programa é composto por 10 pilares, nomeadamente: CAPITAL HUMANO 100%, ANF 33%, EFICIENCIA ENERGETICA, QUALIDADE DE ÁGUA 100%, SUSPENSO ZERO, CONTADOR 100%, 24H, 400K, DIVIDA ZERO E 300M, com a visão estratégica de i. reduzir as perdas de 57% para 33%, ii. Duplicar a carteira de clientes de 200K para 400k e iii. Aumentar os rendimentos anuais de 150M para 300M Mt/mês em 05 anos.

Com a implementação do PAIRP foi possível reduzir as perdas de água no sistema de Maputo de 57% em 2019 para 44% em 2023 e 40% em Junho 2024. A carteira de clientes aumentou de 200k para 300k e as receitas tiveram uma melhoria significativa, onde passaram de uma facturação média mensal de 180M MT para os actuais 270M MT.

O presente trabalho apresenta em síntese, os resultados de parte das iniciativas implementadas no âmbito do PAIRP

sem custos elevados, mas que foi bastante crucial e impactante nos resultados do Programa, denominada ILEGAL ZERO e visa essencialmente reduzir as perdas comerciais através do combate ao consumo ilícito de água cuja acções resumem em i.

campanha de Inspecção das Instalações, ii. Criminalização do Consumo ilícito de água, iii. Midiatização de consumo ilícito, iv. Facturação & cobrança coerciva dos encargos decorrentes do consumo ilegal, v. Sensibilização da Comunidade sobre a importância de pagar água e vi. Detecção e correcção imediata das anomalias comerciais.

Apesar de ainda persistir o consumo ilegal de água por parte dos clientes em Maputo, o projecto ILEGAL ZERO mostrou - se bastante eficaz para a minimização e combate ao consumo ilícito e melhoria do desempenho comercial com custos baixos.

Palavras Chaves: Perdas de Água, PAIRP, ILEGAL ZERO, Consumo Ilícito.

95

PROJECTO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA TRANSFRONTEIRIÇO ÀS VILA DE NAMAACHA EM MOÇAMBIQUE E VILA DE LOMAHASHA NO REINO DE ESSWATINE

"UMA LIÇÃO/EXEMPLO DE COOPERAÇÃO REGIONAL"

Arlindo CORREIA

arlicorreia@gmail.com
Moçambique

RESUMO

O Projecto de Abastecimento de água às vilas fronteiriças de Namaacha em Moçambique e Lomahasha em Esswatini, é um dos resultados, de entre vários, da implementação do Protocolo Multilateral sobre Cursos de Água Partilhados da Comunidade de Desenvolvimento da África Austral (SADC).

Este projeto transfronteiriço incentiva a cooperação entre os dois países, promovendo a paz e a estabilidade regional, cuja materialização é uma solução para o abastecimento de água aos aglomerados populacionais fronteiriços e um exemplo que poderá ser implementado não só em outros locais da extensa fronteira moçambicana mas também adoptado em situações similares de outros países, considerando a escassez de água em consequência das mudanças climáticas e da crescente demanda pelo aumento elevado populacional, situação que é vivida há décadas na Vila Municipal de Namaacha.

São componentes deste projecto: (1) Captação no Umbelúzi em Esswatini; (2) ETA de Simunye (Esswatini); (3) Adutora para Lomahasha e Namaacha, incluindo Estações de Bombagem/Elevatórias; (4) Reservatórios em Lomahasha e Namaacha.

Serão beneficiadas 46.500 pessoas, sendo 23.100 em Moçambique (Namaacha) e 23.400 em Esswatine (Lomahasha e ao longo da Adutora).

São financiadores os governos de Moçambique 5% e Eswatini 5% e o KfW 80% no montante total de 16.5 Milhões de EUROS, com o Acordo de Financiamento firmado em 2018 envolvendo o DBSA (Banco para o Desenvolvimento da Africa Austral).

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

96

ESTUDO SOBRE INCIDÊNCIA DE FUGAS NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO À REGIÃO METROPOLITANA DE MAPUTO

Aníbal COLHER[1 @]

@ Aníbal Lino Luís Colher: acolher@adrmm.co.mz
1 Águas da Região Metropolitana de Maputo, S.A, Av. Eduardo Mondlane 1352, 5º andar, Maputo, Moçambique

RESUMO

O presente estudo de caso propõe-se a estudar a incidência de fugas no sistema de abastecimento de água à Região Metropolitana de Maputo em Moçambique, sua ocorrência, distribuição espacial e temporal e sua localização, para, a partir dos resultados, orientar a tomada de decisão informada sobre investimentos em manutenção e reabilitação, priorizar intervenções no sistema, melhoria de processos e rotinas, adoção de boas práticas operacionais e alocação eficiente de recursos, numa perspetiva de gestão patrimonial de infraestruturas de abastecimento de água. Para o efeito, dados históricos de manutenção corretiva (fugas reparadas) de um horizonte temporal de 5 anos (2020 – 2024), resultantes da digitalização do processo de registo de manutenção corretiva a partir de dispositivos móveis (telemóveis) são analisados, tendo tornado possível a georreferenciação das fugas reparadas e sua monitoria em tempo real com dados sobre material da conduta, diâmetro, local especifico da fuga, ou seja, componente do sistema, cota altimétrica, entre outros. É usada a abordagem geográfica, onde, a partir dos sistemas de informação geográfica realizam-se análises espaciais sobre a nuvem de pontos georreferenciados para identificar padrões, distribuição espacial, mapas temáticos e o método estatístico para análise quantitativa.

Palavras Chave – Redução de perdas físicas, Fuga de água, Digitalização, Sistemas de informação geográfica.

97

REDUÇÃO DE PERDAS FÍSICAS COMO ESTRATÉGIA DE MITIGAÇÃO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS A PARTIR DO LADO DA OFERTA (OPERADOR)

Aníbal COLHER[1 @], Félix TIVANEA[1,2]

@ Aníbal Lino Luís Colher: acolher@adrmm.co.mz
1 Águas da Região Metropolitana de Maputo, S.A, Av. Eduardo Mondlane 1352, 5º andar, Maputo, Moçambique.
2 Félix Arone Tivane: fativane@adrmm.co.mz

RESUMO

O atual cenário global de mudanças climáticas decorrentes da ação antrópica, como resultado da emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) e que tem estado a alterar o normal funcionamento do sistema terrestre, através da alteração do padrão das variáveis climáticas temperatura e precipitação, com ocorrência de eventos climáticos extremos como a seca, cheias, ondas de calor, entre outros, afetam a segurança hídrica, de modo que colocam desafios crescentes ao sector de abastecimento de água, impondo novos paradigmas de gestão do recurso como, por exemplo, a reutilização de águas residuais, dessalinização, adoção de Soluções Baseadas na Natureza (SBN), uso de fontes de energia ambientalmente limpas e a redução do desperdício. Se as ações para mitigação do risco ou adaptação às mudanças climáticas são coletivas, envolvendo diferentes atores, desde as entidades governamentais, consumidores, academia, entidades gestoras, entre outros, este artigo procura abordar a segurança hídrica a partir do lado da oferta, ou seja, da entidade gestora do Sistema de Abastecimento de Água à Região Metropolitana de Maputo, onde a percentagem da Água Não Faturada (ANF) ultrapassa os 40%. Para o efeito, o artigo procura avaliar o potencial de recuperação do volume da água perdida mediante redução de perdas físicas, decorrentes de fugas de água, a partir da abordagem do Balanço Hídrico, modelo adotado e recomendado pela Associação Internacional de Água, (IWA, na sua sigla em Inglês), para gestão eficiente da água. Com este exercício espera-se, por um lado: i) diminuir a pressão sobre o recurso – com a redução do volume de água abstraída, ou, alternativamente, mantendo os volumes tratados e distribuídos atuais, abranger mais consumidores ou incrementar o tempo de serviço; por outro: ii) reduzir o consumo de energia no processo de produção e distribuição, partindo do pressuposto de que a água perdida nas fugas acarreta custos ambientais e financeiros.

Palavras Chave – Redução de perdas físicas, Balanço Hídrico, Mudanças climáticas.

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

108

DESENVOLVIMENTO DE CAPACIDADES DOS OPERADORES DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM MOÇAMBIQUE - ESTUDO DE CASO DO PO35

Alcino Luís NHACUME

Direcção Nacional de Abastecimento de Água e Saneamento Ministério das Obras Públicas, Habitação e Recursos Hídricos de Moçambique anhacume@hotmail.com e anhacume@dnaas.gov.mz

RESUMO

A Gestão dos Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) em Moçambique enfrenta desafios técnicos e financeiros, que acentua a necessidade de capacitação dos autores envolvidos. O presente artigo propõe a avaliação do desempenho dos SAA do PO35[1] como contributo pioneiro importante na gestão dos serviços de abastecimento de água em Moçambique, particularmente no seguimento das pequenas cidades e vilas, na prossecução dos objectivos que se impõem ao desenvolvimento de capacidades dos operadores na gestão dos SAA. O estudo foi realizado por meio da avaliação dos indicadores de qualidade do serviço de gestão e do desempenho dos operadores de 44 SAA abrangidos pelo programa PO35. A avaliação também incluiu indicadores de desempenho dos sistemas secundários do quadro regulatório da regulação. Os resultados demonstraram que os operadores dos SAA enfrentam desafios significativos no alcance das metas dos indicadores de desempenho a partir das referências estabelecidas pelo regulador. Dentre eles destacam-se as perdas de água acima de 43 %, taxa de cobrança inferior a 100 %, rácio de custos operacionais abaixo de 1.1 e baixa regularidade na realização de testes de qualidade de água. Outrossim, tecnicamente, a metodologia ''chave na mão'' exige a interpretação dos cálculos estruturais e das peças desenhadas, facto que se afigura como sendo desvantajoso para os operadores que não possuem capacidade técnica na matéria. Por outro lado, o SAA de base comparativa mostra que o caudal gerado no dimensionamento de 0.041 m^3/s é maior do que o caudal instalado na reabilitação do sistema de abastecimento de água 0.025 m^3/s, o que revela que há necessidade de incrementar os caudais de captação para satisfazer a demanda. A fase de revisão dos projectos dos SAA é pouco aprofundada, à medida que as revisões e ajustamentos são feitos com a execução das obras em desenvolvimento e a posterior apresenta influência sobre o desempenho do Operador na fase de operação, manutenção e gestão.

Palavras-chave: Capacitação, Gestão, Desempenho, SAA, PO35

1 PO35: Desenvolvimento de Capacidades para Operação de Sistemas de Água Secundários em Centros Urbanos e Sistemas de Saneamento Urbano, sob o mandato do AIAS – Fase II (2017 - 2020)

109

SISTEMA PARA CARACTERIZAÇÃO DE EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO MENSAL EM BACIAS DE USINAS DO SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL (SIN) BRASILEIRO - CLIMEX

João Paulo Jankowski SABOIA[1 @], Isabella Ecard BARROS[2], Alice Marlene GRIMM[3], Ricardo Carvalho de ALMEIDA[3], Bernardo LIPSKI[1], Violet Ishaka Grenda Izabeli Menezes da SILVA[3], Henrique Schinaider SILVA[1], Maria Clara PONTELLO[1],Bruno Cougo KOWALCZUK[1], Ugo Maranhão LEAL[1], Alessandro Enos TULIO[1], Thainá Rodrigues FERNANDES[2], Lucas Borges PICARELLI[2], Victor Campos Viera da ROSA[2]

@ Autor correspondente: joao.saboia@lactec.com.br
1 Lactec, Av. Comendador Franco, nº 1341, Curitiba, Brasil
2 Norte Energia S.A., BL A - SEPS 702/902, SHCS, Brasília, Brasil
3 Universidade Federal do Paraná, Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 100, Jd das Américas, Curitiba, Brasil

RESUMO

Este trabalho apresenta o sistema "Climex", desenvolvido como o principal produto do P&D ANEEL PD-07427-0222/2022 intitulado "Caracterização de eventos extremos de precipitação em bacias do SIN e projeções futuras com base em cenários de mudanças climáticas", executado pelo Lactec e financiado pela concessionária Norte Energia. O sistema obtém, periodicamente e de forma autônima, dados de estações pluviométricas de estações localizadas em 115 bacias hidrográficas de usinas selecionadas que compõem o Sistema Interligado Nacional (SIN), além de dados de vazões naturais dos reservatórios das respectivas usinas. Estas séries de dados são submetidas a uma verificação de erros, para posterior cálculo de acumulado mensal de precipitação de cada bacia, além de uma caracterização de extremos de precipitação utilizando o *Standardized Precipitation Index* (SPI) e de extremos de vazões com o *Standardized Streamflow Index* (SSI). O sistema também indica, para cada bacia, dois cenários futuros de precipitação e seus respectivos extremos até 2060, a partir de 20 opções de projeções futuras geradas com base em modelos que fazem parte do *Coupled Model Intercomparison Project Phase 6* (CMIP6). Modelos chuva-vazão foram calibrados para cada bacia de modo a apresentar no sistema a vazão futura correspondente a cada projeção de precipitação. O Climex apresenta todos os seus resultados em uma página web, com mapas e gráficos interativos, que são constantemente atualizados, assim que existam dados suficientes para cálculo de precipitação mensal nas bacias. Espera-se que este sistema traga uma grande contribuição ao sistema elétrico brasileiro, pela sua capacidade de apresentar de forma bastante clara como as mudanças climáticas futuras podem afetar as bacias que constituem o SIN. Além disso, a metodologia adotada no desenvolvimento do Climex pode ser aplicada a outros países, ampliando assim a sua contribuição à área de recursos hídricos.

Palavras Chave – Eventos Extremos, Precipitação, Vazão Natural

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

110

SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA E RESILIENTES PARA PROTEGER A COSTA DA CIDADE DA BEIRA, MOÇAMBIQUE, CONTRA O IMPACTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DOS CICLONES

Carlos Noa LAISSE[1], Rute NHAMUCHO[2], Ahmed Sayed Mohamed AHMED[3]

1 Coordenador Adjunto do Projecto CERRP, Administração de Infraestruturas de Água e Saneamento (AIAS, IP) de Moçambique, Email: carlos.laisse5@gmail.com
2 Directora Geral, Administração de Infraestruturas de Água e Saneamento (AIAS) de Moçambique, Email: rumamucho@yahoo.com.br
3 Gerente de Projeto, Departamento de Geotécnica e Engenharia Civil Pesada, Dar Al Handasah Consultants (Shair and Partners), Escritório do Cairo, Email: ahmed.sayed@dar.com

RESUMO

Reconhecendo a urgência de proteger a população da Beira aos efeitos de ciclones poderosos como o Idai que atingiu a cidade da Beira em 2019 e custou a vida a mais de 1.500 pessoas e afectou mais de 3 milhões de outras, inundando e destruindo as casas e infra-estruturas vitais da a população local, o Governo com apoio de parceiros internacionais iniciaram um projeto abrangente de proteção costeira em 2022. O Banco Mundial, a Invest International e o Banco Alemão de Desenvolvimento (KfW), na qualidade de financiadores uniram-se para concluir um estudo de viabilidade e um Projeto Executivo de medidas que possam fortalecer a resiliência da cidade contra ciclones tropicais e subida do nível do mar e tempestades, prestando muita atenção às considerações ambientais e sociais.

Com o apoio dos financiadores e da Administração de Infraestruturas de Água e Saneamento (AIAS, IP) d, a Dar – em consulta com o HMR Group, BIODESIGN e CAPPA ONE (como subconsultores) – desenvolveu o Projeto Detalhado da proteção costeira e do Sistema de Aviso Prévio para a cidade da Beira.

Esta iniciativa desempenha um papel importante para a Cidade da Beira, pois promete não só proteger a cidade contra calamidades naturais, mas também assegurar estabilidade socioeconómica, conservação ambiental e resiliência comunitária. O cerne do projecto reside em soluções baseadas na natureza que não só fortalecem as defesas da Beira, mas também promovem a segurança ambiental e a sustentabilidade. Esta abordagem baseada na natureza pode ser vista no projeto detalhado de Dar, que visa criar e restaurar dunas de areia ao longo da costa, ao mesmo tempo que preserva e reforça as florestas de mangais e paredões originais. Ao implementar estas medidas, o projecto também garante a segurança e a subsistência dos residentes da cidade da Beira, protegendo as suas casas, negócios e infra-estruturas dos impactos devastadores de ciclones e inundações.

As medidas incluem o fortalecimento da duna existente, a preservação dos aspectos sociais e ambientais, a proposição de soluções inovadoras com materiais locais para os muros de inundação, a conservação do mangal da Praia Nova e o plantio e revegetação da duna com a criação de um viveiro utilizando exclusivamente espécies de plantas costeiras nativas locais.

111

AVALIAÇÃO DE UMA PASSAGEM PARA PEIXES SELETIVA PARA IMPEDIR A PROGRESSÃO DE ESPÉCIES PISCÍCOLAS INVASORAS

Felipe ROMÃO[1 @], Ana L. QUARESMA[1], Susana D. AMARAL[2], Joana SIMÃO[3], Renan LEITE[1,2], Francisco J. BRAVO-CÓRDOBA[4], Francisco J. SANZ-RONDA[5], António N. PINHEIRO[2], José M. SANTOS[1]

@ Autor correspondente: filipe.romao@tecnico.ulisboa.pt; samaral@isa.ulisboa.pt
1 Investigação e Inovação em Engenharia Civil para a Sustentabilidade (CERIS), Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Portugal
2 Centro de Estudos Florestais (CEF), Laboratório Associado TERRA, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Portugal
3 Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, Portugal
4 GEA – Ecohidráulica, Centro Tecnológico Agrario y Agroalimentario Itagra.ct, Palencia, Espanha 5 GEA – Ecohidráulica, Area of Hydraulics and Hydrology, Department of Agroforestry Engineering, Universidade de Valladolid, Palencia, Espanha

RESUMO

As espécies invasoras representam uma ameaça para os ecossistemas de água doce. Paralelamente, a fragmentação dos rios, decorrente da instalação de barreiras hidráulicas transversais, tem causado o declínio de inúmeras populações piscícolas, incapazes de se dispersarem entre habitats fundamentais para a sua sobrevivência. A implementação de passagens para peixes configura-se como uma das principais medidas de mitigação dos impactos dessa fragmentação, visando a manutenção da conectividade longitudinal e possibilitando a movimentação da fauna piscícola. Contudo, as passagens para peixes podem transformar-se numa "via-rápida" para a dispersão de espécies invasores para habitats essenciais para as espécies nativas. Esta dualidade configura-se como um problema, dificultando a tarefa dos decisores sobre a implementação (ou não) destes dispositivos. Com este estudo pretendeu-se avaliar o desempenho de passagem através de uma passagem para peixes de fendas verticais (VSF) da carpa (*Cyprinus carpio*), espécie ciprinícola invasora na Península Ibérica, e compará-lo com o desempenho do barbo-comum (*Luciobarbus bocagei*), espécie ciprinícola potamódroma nativa mais abundante nos rios ibéricos. As condições

hidrodinâmicas das duas configurações testadas (VSF-A; VSF-B) foram analisadas com um modelo computacional tridimensional de dinâmica de fluidos (Flow 3D). Os ensaios laboratoriais foram desenvolvidos numa passagem para peixes experimental no Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Os principais parâmetros hidráulicos da passagem para peixes experimental foram ajustados para ultrapassar os limites de turbulência recomendados na literatura para as espécies ciprinícolas [inclinação da passagem = 15,2%, diferença de nível de água entre bacias = 0,28 m, potência volumétrica dissipada > 150 W/m^3], tendo sido testadas duas profundidades da água nas bacias – VSF-A = 0,55 m e VSF-B = 0,80 m. Para avaliar o desempenho de passagem recorreu-se à abordagem do tipo "tempo até ao evento", considerando a motivação, o tempo de trânsito, e os sucessos de passagem. A análise dos resultados aponta para uma passagem seletiva, verificando-se uma prevalência da espécie nativa, o barbo-comum, sobre a invasora. Em ambas as configurações, a carpa apresentou uma motivação para a passagem significativamente menor comparativamente ao barbo

comum, e apenas registou um sucesso de passagem na configuração VSF-B, ao contrário do barbo-comum que apresentou um desempenho muito superior, completando 17 sucessos na VSF-A e 8 na VSF-B. Portanto, pese embora a necessidade de mais estudos para aprofundar o conhecimento sobre passagens seletivas, no geral, estes resultados evidenciam a possibilidade de implementação de uma passagem seletiva, destacando as condições testadas na configuração VSF-A, que impediu a movimentação para montante da carpa, enquanto permitiu passagens bem-sucedidas para o barbo-comum.

Palavras Chave – conectividade fluvial; passagem para peixes; fendas verticais; espécies ciprinícolas nativas; espécies invasoras.

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

112

USO DE ÁGUA DE NASCENTE E PRESERVAÇÃO AMBIENTAL EM ÁREAS COM RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS ESCASSOS

Gabriel Maurício COMACOMA[1], Baltazar Paulo NIPUITE[2], Shoichi YOKOGI[3] @

@ Autor correspondente: Shoichi Yokogi; yokogis@jat.co.jp
1 Serviço Distrital de Planeamento e Infraestruturas de Ngaúma, Província de Niassa, Moçambique
2 Serviço Distrital de Planeamento e Infraestruturas de Muembe, Província de Niassa, Moçambique
3 Japan Techno Co., Ltd., Tóquio, Japão

RESUMO

Em regiões onde os rios e os recursos de água subterrânea são escassos, a mudança climática está causando uma grave escassez de água em muitas partes do mundo devido às flutuações na precipitação, ao crescimento populacional e ao aumento do desmatamento associado ao desenvolvimento económico.

A vila de Massangulo, na província de Niassa, em Moçambique, com uma população acima de 17.000 habitantes está trabalhando em um projecto com cooperação internacional para desenvolver e utilizar de forma eficiente as nascentes da montanha próximo à vila para garantir um abastecimento de água potável e proteger o ambiente ao redor para assegurar a sustentabilidade.

A água da nascente tem sido usada desde a antiguidade para fins agrícolas e domésticos. Neste projecto em particular, que inclui um mini-açude, filtração, desinfecção e distribuição, o uso da água da nascente tem reduzido os custos de energia, uma vez que a fonte de água está localizada em um local mais alto do que a vila, portanto, sem necessidade de usar um sistema de bombeamento.

Por outro lado, o volume de água da nascente pode diminuir devido às mudanças sazonais e climáticas, bem como pelas actividades económicas locais que causam o desmatamento ao redor da nascente.

Em áreas onde a água subterrânea é escassa, as nascentes podem ser usadas como uma fonte estável de água, mas como todas as outras nascentes, também apresentam vários outros desafios. É desejável uma planificação cuidadosa e uma gestão adequada adaptada às características da área. Neste contexto, estão sendo realizados esforços multifacetados, incluindo a consciencialização dos moradores locais, reflorestamento com árvores nativas e a protecção do mesmo.

No futuro, será necessário desenvolver um sistema legal para garantir a sustentabilidade das fontes limitadas de água de nascentes, partilhar o sistema para outras regiões do país, fortalecer a cooperação e promover a participação dos moradores locais.

Palavras Chave: Mudança climática, conservação da água, protecção ambiental, sustentabilidade, gestão de recursos hídricos, desmatamento, cooperação internacional, participação comunitária.

113

SISTEMAS SOLARES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA POVOADOS E PEQUENOS AGLOMERADOS POPULACIONAIS

Dipac Ramniclal MAGANLAL

(Aquaram, Lda, UEM)

RESUMO

No âmbito dos esforços que as entidades governamentais e parceiros de cooperação tem estado a fazer para aumentar a cobertura de abastecimento de água servida, os sistemas solares configuram-se como sendo uma das soluções óptimas com custos de operação, manutenção e gestão reduzidos. Experiências de modelos aplicados em Tete nos povoados de Cambeza, Mpondo, Mavuzi-ponte e Changara mostraram ser seguros, fiáveis e ajustados às realidades destes povoados. A energia motora é "free", "ecofriendly" e disponível durante quase todo o ano.Os sistemas instalados são simples e são compostos de furo, com bomba submersível movida a energia solar através de paineis solares ligados em série ou em paralelo e assentes em estruturas metálicas; torre elevada com tanques de pvc; rede de distribuição ramificada com fontanários posicionados em pontos definidos pelas estruturas da administração do povoado, ligações à torneira do quintal/domiciliárias para instituições do estado e serviços sociais, lavadouros e, bebedouros para o abeberamento do gado. Para caudais médios de extração da ordem de 18 m3/d, os sistemas de captação de água são simples. Compõem se basicamente de bomba e paineis solares e unidade de controle de arranque e paragem da bomba. Para caudais maiores, os sistemas de captação requerem outra estrutura de combinação de equipamentos, mais complexa, tornando um controle e gestão mais especializada com intervenções pontuais de pessoal técnico mais abalizado. A assistência local com o acompanhamento de todos os passos durante a construção é deveras importante.

Palavras Chaves: sistema solar, água, povoados, vantagens

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

114

SANEAMENTO URBANO EM MOÇAMBIQUE: LIÇÕES PRELIMINARES DA IMPLEMENTAÇÃO DO PROJECTO DE SANEAMENTO URBANO

Luís MACÁRIO[1], Anita Novidade Magumisse FILIPE[2], Alfredo ALEXANDRE[3], Nélio Barros MARQUES[4], Hortêncio LOPES[5]

1 Coordenador do Projecto de Saneamento Urbano. monardos.macario@gmail.com
2 Coordenadora da Unidade Técnica Municipal de Tete. a_filipe2006@yahoo.com.br
3 Coordenadora da Unidade Técnica Municipal de Nampula. alexandremzq@gmail.com
4 Coordenadora da Unidade Técnica Municipal da Beira. neliobarrosmarques@gmail.com
5 Coordenadora da Unidade Técnica Municipal de Quelimane. hortencio.lopes5@gmail.com

RESUMO

Em Moçambique, cerca de 34% da população, estimada em 33,24 milhões de pessoas, vive nas áreas urbanas. Desta população, cerca de 80% vive nas 23 cidades de Moçambique (18 cidades de médio porte têm entre 100.000 e 500.000 habitantes), da qual cerca de 85% reside em áreas periurbanas, onde infra-estrutura de saneamento é em grande parte inexistente e onde existem, não são resilientes às mudanças climáticas. As projecções do FNUAP indicam que a população do país crescerá mais do que a generalidade dos países menos desenvolvidos que, em média, levarão 30 anos para duplicar a população às taxas de crescimento actuais. Se a taxa de crescimento anual se mantiver inalterada, Moçambique terá 67,8 milhões em 2048 – daqui a 24 anos e cerca de metade viverá nas áreas periurbanas. No entanto, em todas as cidades, os serviços de saneamento gerido de forma segura são limitados e insustentáveis, o esgoto bruto não é tratado e frequentemente interfere com as redes de drenagem de águas pluviais e é descarregado no mar ou em rios próximos. Não houve grandes investimentos em saneamento em Moçambique desde a independência, além do Programa Nacional de Latrinas Melhoradas e da expansão dos sistemas de esgoto da Beira. Esta situação é exacerbada pelo facto dos sistemas de saneamento em rede terem cobertura extremamente reduzida, geralmente atingindo menos de 10% da população, enquanto a maioria depende de sistemas de saneamento localizado. A curto prazo, as pequenas redes de esgoto não podem ser expandidas de forma viável para atender à demanda por saneamento doméstico em bairros periurbanos populosos, dada a falta de financiamento, cobertura inadequada de abastecimento de água, bem como aspectos de organização dos serviços municipais, ocupação inadequada do solo urbano e socioculturais que exigem intervenções extensivas de mudança de comportamento. Este trabalho pretende contribuir para a preparação dos próximos projectos de investimento, para atender às demandas da urbanização e o alcance do acesso universal, mostrando os resultados preliminares do investimento realizado pelo Projecto de Saneamento Urbano 2019 – 2025. O PSU tem o financiamento do Banco Mundial e visa aumentar o acesso aos serviços de saneamento geridos de forma segura, fortalecer a capacidade de prestação de serviços municipais de saneamento nas cidades de Maputo, Beira, Tete, Quelimane e Nampula e dar resposta imediata e eficaz a uma crise ou emergência elegível.

Palavras-chave: Resiliência climática; saneamento inclusivo; saneamento gerido de forma segura; sustentabilidade.

115

REFLEXÕES SOBRE O ESTADO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS A NÍVEL GLOBAL

João Paulo LOBO-FERREIRA

Dr. -Ing. Habil, Ex-Chefe do Núcleo de Águas Subterrâneas do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Vogal de Águas Subterrâneas do Conselho Nacional de Águas de Portugal
JPLOBOFERREIRA@GMAIL.COM

RESUMO

As águas subterrâneas fornecem cerca de 25% de toda a água doce captada na Terra, mas a sua participação no uso consuntivo da água é muito maior, assim como os benefícios gerais que proporciona. O Relatório Mundial sobre o Desenvolvimento da Água 2022 sobre "Águas Subterrâneas: tornar visível o invisível" menciona que a captação global total de água subterrânea durante 2017 foi estimada em 959 km³ (Nações Unidas, 2022). As taxas de captação de água subterrânea estabilizaram mais ou menos nos Estados da América, na maioria dos países europeus e da China. A Ásia tem a maior quota na água doce global captada (64,5%). É seguida pela América do Norte (15,5%), Europa (7,1%), África (6,7%), América do Sul (5,4%), Austrália e Oceânia (0,7%). Uma análise da captação de água subterrânea por setor do uso da água mostra que 69% do volume total é captado para a agricultura, 22% para uso doméstico e 9% para fins industriais. Estas percentagens variam conforme os continentes. Os aquíferos costeiros são um recurso crítico de água doce. No entanto, a exploração intensiva e prolongada em captações muito próximas do mar, onde não existem fonte de compensação para as extrações por recarga natural ou artificial do aquífero, têm provocado um avanço da interface água doce - água salgada em direção às captações ou aos poços e naturalmente a sua posterior salinização. Dado que a variabilidade e alguns impactos negativos das alterações climáticas estão a aumentar rapidamente, tanto em escala como em intensidade, torna-se importante fomentar a "inovação na ação hídrica", incorporando "soluções tecnológicas" permanentes e adequadas às alterações climáticas, como por exemplo a gestão da recarga de aquíferos (GRA). O objetivo é aumentar a disponibilidade de água para setores económicos críticos, melhorar a saúde humana e o seu bem-estar e aumentar a sustentabilidade dos ecossistemas e da biodiversidade. Uma dessas soluções, como se referiu anteriormente, é a de promover a gestão da recarga de aquíferos, um método tecnicamente robusto, seguro e uma alternativa sustentável de utilização de recursos hídricos não convencionais, por exemplo provenientes de água reutilizável apropriadamente tratada. Neste contexto, o financiamento do projeto MARSOL (2022) pelo Programa de Investigação "Horizonte 2020" da Comissão Europeia, impulsionou a gestão da recarga de aquíferos a tornar-se uma das melhores soluções técnicas modernas para o armazenamento dos recursos hídricos subterrâneos e concomitantemente para uma melhor gestão integrada dos Recursos Hídricos, visando mitigar os impactos negativos das alterações climáticas. Estudos recentes sobre a recarga de águas subterrâneas demonstram a mudança no padrão, *i.e.* na forma, da precipitação atual com intensidades de precipitação superiores ao histórico e que influenciam fortemente a distribuição da recarga natural das águas subterrâneas. Os cenários de alterações climáticas apontam para um aumento do número de eventos extremos além do agravamento desses eventos, ciclicamente preveem-se mais secas severas e sequencialmente períodos de maiores inundações. A Diretiva Quadro da Água (2000/60/EC) considera a "recarga artificial" das águas subterrâneas como uma das ferramentas de gestão da água que podem ser utilizadas pelos Estados-Membros da UE para alcançar um bom estado das águas subterrâneas. Deve-se assegurar, no entanto, que os controles necessários incluindo a monitorização estejam em vigor para garantir que tais práticas não comprometam os objetivos de qualidade estabelecidos para o corpo de água subterrâneo recarregado ou aumentado. A Resolução da Assembleia da República n.º 86/2022 recomenda ao Governo de Portugal que incentive a recarga artificial de aquíferos para reforço da eficiência hídrica.

Palavras chave: Recursos hídricos subterrâneos, recarga de aquíferos, alterações climáticas, gestão da recarga de aquíferos.

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

116

DESENVOLVIMENTO DE GUIAS PARA A GESTÃO DE LAMAS FECAIS E CAPACITAÇÃO DO INSTITUTO REGULADOR DOS SERVIÇOS DE ELECTRICIDADE E ÁGUA DE ANGOLA

Rita Ventura MATOS[1 @], Alexandra CARDOSO[2], Ana Rita RAMÔ[1], Virgínia GABRIEL[2], Tiago SANTOS[2], Ricardo MARQUES[3], Raquel ALMEIDA[3], Filipa FERREIRA[1], Analtina MATEUS[4], Edmund JOHN[4], Adriano Almeida MAYANO[5], Elsa RAMOS[4], António MONTEIRO[2], José Saldanha MATOS[1]

@ Autor correspondente: r.matos@hidra.pt
1 Hidra, Hidráulica e Ambiente, Av. Defensores de Chaves, 31–1º Esq., 1000-111 Lisboa, Portugal
2 Engidro, Engineering solutions, R. Luís Cristino da Silva 248, 2° andar, 98E, 1950-172 Lisboa, Portugal
3 S317, R. Rodrigues Sampaio 31 2d, 1150-278 Lisboa, Portugal
4 PDISA 2, Rua Via S8, Condomínio Dolce Vita, Talatona, Luanda, Angola
5 IRSEA, Rua do MAT, Complexo Administrativo Clássicos de Talatona, Edifício 5, nº 2, 6º Andar, Luanda, Angola.

RESUMO

Nesta comunicação apresentam-se os principais resultados do projeto "Serviços de Consultoria para o Desenvolvimento de Guias para a Gestão de Lamas Fecais e Capacitação Institucional do Instituto Regulador dos Serviços de Eletricidade e Água de Angola (IRSEA) na Regulação dos Serviços de Saneamento", enquadrada no Segundo Projecto de Desenvolvimento Institucional do Sector da Água (WSIDP 2), financiado pelo Banco Internacional para a Reconstrução e o Desenvolvimento (BIRD) e pela Agência Francesa de Desenvolvimento (AFD).

Embora tenham sido realizados, em Angola, nas últimas décadas, esforços significativos no sector das águas, os níveis de atendimento, em particular no que respeita ao saneamento, continuam aquém do desejável, nomeadamente tendo em atenção a satisfação do ODS 6 no que se refere ao acesso a saneamento e higiene para todos.

Em Angola, cerca de 90% da população é servida por infraestruras locais de saneamento, sejam latrinas, sejam fossas sépticas, uma situação vulgar em Países da Africa Subsariana. Urge pois investir na criação, operação e regulação de cadeias de serviços de gestão de lamas fecais, desde a recolha ao transporte, tratamento e disposição final dos bio sólidos (lamas fecais estabilizadas) por forma a proteger a saúde pública e o meio ambiente, de uma forma continua, universal e sustentável, com promoção do emprego, negócio e desenvolvimento.

Entre os objetivos principais desta prestação de serviços, em execução pelas Empresas Engidro, Hidra e S317, inclui-se o apoio ao IRSEA na elaboração de seis guias para o saneamento no local, cobrindo aspetos técnicos, financeiros, sociais, institucionais e de governança.

A consultoria previu, para além dos referidos seis guias, dois workshops, uma Conferencia Internacional, duas missões técnicas no exterior e oito formações de curta duração.

Palavras Chave – Gestão de Lamas Fecais, Guias de lamas fecais, Saneamento no local.

119

ANÁLISE INTEGRADA DE OUTORGA DE USO DA ÁGUA E LICENCIAMENTO AMBIENTAL EM BACIAS HIDROGRÁFICAS COSTEIRAS

Emanoeli Rodrigues ALBUQUERQUE[1], Yvonilde Dantas Pinto MEDEIROS[2], Andrea Sousa FONTES[3] @

@ emanoelialb@yahoo.com.br, yvonild@ufba.br, asfontes@ufba.br
a UFBA, Bahia, Brasil
b UFBA, Bahia, Brasil
c UFBA, Bahia, Brasil

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo apresentar uma proposta de suporte a decisão para as análises de outorga de uso da água em bacias hidrográficas costeiras de forma integrada com o licenciamento ambiental, mediante o levantamento de critérios técnicos específicos considerados em ambos os atos e que contemplem as particularidades a interação desses ambientes. A outorga e o licenciamento ambiental, quando analisados de forma articulada, contribuem não apenas para integração da gestão das bacias hidrográficas com a dos sistemas estuarinos e zonas costeiras, como também para a integração da gestão de recursos hídricos e ambiental, ambas diretrizes de ação da Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH. Já a Política Nacional de Meio Ambiente, que é a referência mais importante em se tratando de proteção ambiental no Brasil, instituiu o instrumento de licenciamento ambiental, que tem como objetivo, compatibilizar o desenvolvimento econômico-social com um meio ambiente ecologicamente equilibrado. No caso da Zona Costeira, a gestão ambiental se dá por meio do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC. Embora a importância da gestão integrada das bacias hidrográficas com a gestão dos sistemas estuarinos e das zonas costeiras já seja reconhecida, ainda não existem ações efetivas na gestão nessas regiões. O que podemos ver são os problemas e conflitos causados pelo aumento da demanda pelo uso da água, lançamento de efluentes sem tratamento e pouca ação dos órgãos competentes. A integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental integra um dos objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS), a ODS 6 – Água potável e saneamento, tendo como meta implementar a gestão integrada dos recursos hídricos em todos os níveis, inclusive via cooperação transfronteiriça, conforme apropriado para todos até 2030 (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2022).

Palavras Chave – Bacia Hidrográfica Costeira. Outorga. Licenciamento Ambiental.

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

124

O IMPACTO DA GESTÃO DE PROJECTOS E OPERAÇÃO NA REALIZAÇÃO DOS ODS: AVALIAÇÃO PÓS-IMPLEMENTAÇÃO DE INFRAESTRUTURAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM MOÇAMBIQUE

Magalhães MANGAMELA

Engenheiro Civil (UEM), Pós-graduado em Gestão de Projectos (ISCTEM), Membro Fundador da Aquashare

RESUMO

A implementação de infraestruturas segue um ciclo de vida de projecto, que abrange várias fases essenciais, desde o planeamento inicial até a conclusão. Este ciclo é composto por quatro etapas principais: (i) início do projeto; (ii) organização e preparação; (iii) execução do trabalho do projeto; e (iv) encerramento do projeto. A adesão rigorosa a essas fases permite uma segmentação lógica do controlo do projecto, facilitando a gestão, o planeamento e o monitoramento.

Além dessas etapas, a fase subsequente de operação e manutenção é crucial para determinar a longevidade do usufruto dessas infraestruturas pela população sendo, portanto, essencial a gestão eficaz desta etapa para garantir a funcionalidade contínua e durabilidade das infraestruturas.

À medida que nos aproximamos do último quinquênio de implementação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), torna-se vital avaliar o desempenho dos projectos de reabilitação e/ou expansão dos sistemas de abastecimento de água. Esta avaliação pós-implementação, concentrada nas capitais provinciais e sedes distritais, utilizará quatro métricas fundamentais: duração, custo, qualidade e sustentabilidade operacional baseada em relatórios de implementação de projectos e operação dos sistemas sob gestão de entidades públicas e privadas.

O objectivo é verificar se as práticas actuais de gestão de projectos e de operação garantem que a execução das infraestruturas de abastecimento de água é célere, durável e capaz de fornecer serviços de qualidade de forma sustentável à população e contribui efectivamente para o alcance dos ODS.

Palavras-chave: ciclo de vida do projecto; gestão de projectos; Objectivos de Desenvolvimento Sustentável.

125

INTEGRAÇÃO DA MODELAGEM CLIMÁTICA NO PLANEAMENTO DA DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA: ANTECIPANDO ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS PARA UMA GESTÃO HÍDRICA EFICIENTE

Lársio JOÃO

Lársio Pedrosa Armindo João: Lpjoao@adrmm.co.mz
Águas da Região Metropolitana de Maputo, Maputo, Moçambique

RESUMO

A utilização de modelos climáticos para prever as mudanças futuras tem um impacto significativo na gestão de recursos hídricos, permitindo um planeamento mais eficiente e adaptativo. Este artigo investiga como as simulações e previsões climáticas podem ser utilizadas para otimizar a distribuição e gestão da água. A otimização desses processos pode ser uma alternativa viável para enfrentar os desafios impostos pelas alterações climáticas.

Modelos climáticos fornecem informações cruciais sobre como as condições meteorológicas, como precipitação e temperatura, podem se comportar. Estas previsões ajudam a antecipar variações na disponibilidade de água e a identificar períodos de escassez ou excesso. Utilizando esses modelos, é possível ajustar a gestão dos recursos hídricos, adaptando as estratégias de armazenamento, distribuição e consumo de água para corresponder às futuras demandas.

O artigo destaca a importância de integrar modelos climáticos com sistemas de gestão de água. A título de exemplo, a previsão de secas prolongadas pode levar à construção antecipada de reservatórios ou à implementação de práticas de conservação. Da mesma forma, a previsão de chuvas intensas pode ajudar a preparar sistemas de drenagem para evitar inundações e perdas excessivas de água.

As ferramentas de modelagem podem ser usadas para desenvolver cenários de gestão de água que considerem diferentes possibilidades de mudanças climáticas. Isso permite as entidades gestoras dos sistemas de abastecimento de água elaborar planos de contingência e ajustar as políticas de uso da água conforme necessário, garantindo maior eficiência.

Palavras Chave – Modelagem climática, Distribuição de água, Gestão Hídrica.

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

127

MUDANÇAS NOS PADRÕES DE TEMPESTADES TROPICAIS E SEU IMPACTO NAS ÁREAS COSTEIRAS DE ANGOLA

Anacleto DIOGO[1], Vasco CHITECULO[1], Domingos NETO[1]

@ Autor correspondente: anacleto.diogo@sasscal.org
1 Southern African Science Service Centre for Climate Change and Adaptive Land Management (SASSCAL), Huambo, Nó Nacional, Angola

RESUMO

A intensificação dos padrões de tempestades tropicais têm estado a afectar cada vez mais as áreas costeiras de Angola. Desde 1990, as estimativas do potencial de destruição das tempestades mostram uma tendência ascendente correlacionada com o aumento da temperatura da superfície do mar. Utilizando dados de alta resolução do Climate Hazards Group InfraRed Precipitation (CHIRP), que interpola as suas estimativas, com as estações meteorológicas automáticas de superfície, como validação, e com o European Centre for Medium-Range WeatherForecasts (ECMWF) que datam desde 1990 até 2024, analisou-se a frequência, intensidade e trajectórias dessas tempestades ao longo de 34 anos. A análise revelou um aumento significativo na frequência e intensidade das tempestades tropicais

correlacionado com o aumento de 0,8°C na temperatura média da superfície da água do mar, o que pode estar associada à maior energia disponível para a formação de tempestades mais intensas. Os impactos dessas mudanças foram notáveis nas áreas costeiras de Angola, com erosão severa em algumas regiões, resultando no recuo da linha costeira em até 30 metros. As inundações causadas pelas tempestades também causaram grandes danos à infraestrutura, incluindo estradas, sistemas de abastecimento de água, além de deslocar comunidades inteiras. A destruição do habitat costeiro, afectou negativamente a pesca, essencial para a subsistência local. Os resultados sugerem que as mudanças nos padrões de tempestades são directamente causadas pelas alterações climáticas, que estão modificando as condições oceânicas e atmosféricas na região. Para mitigar esses impactos, o estudo recomenda a implementação de infraestruturas resilientes, como quebra-mares, a restauração de ecossistemas costeiros, como mangais e a criação de sistemas de alerta precoce para tempestades. Essas medidas são cruciais para proteger as comunidades costeiras e garantir sua resiliência diante das alterações climáticas. O estudo oferece uma base para a formulação de políticas públicas e estratégias de gestão de riscos e desastres em Angola.

Palavras Chave – inundações, aumento da temperatura da água do mar, zonas costeiras, alterações climáticas, biodiversidade.

128

QUERCUS SUBER E RESILIÊNCIA URBANA A EPISÓDIOS DE PRECIPITAÇÃO

Pedro MATIAS[1 @], Carla ANTUNES[1], Amílcar DUARTE[1], Manuela MOREIRA DA SILVA[2]

@ Autor correspondente: pmmatias@ualg.pt

a MED—Instituto Mediterrâneo para a Agricultura, Ambiente e Desenvolvimento e CHANGE—Global Change and Sustainability Institute, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Campus de Gambelas, Universidade do Algarve, 8005-139 Faro, Portugal

b Universidade do Algarve, Instituto Superior de Engenharia, Campus da Penha, 8005-139 Faro, Portugal. CIMA-ARNET; CEiiA, Centro de Engenharia e Desenvolvimento. Av. D. Afonso Henriques 1825, 4450-017 Matosinhos, Portugal

RESUMO

As alterações climáticas impactam significativamente o ciclo da água, especialmente em zonas urbanas, onde se intensificam secas, inundações, poluição dos ecossistemas aquáticos e ondas de calor. A retenção de água pela vegetação, principalmente arbustiva e arbórea, constitui um processo complexo, associado a múltiplos aspetos, incluindo a morfologia e a dimensão das diversas espécies, e as características dos eventos de precipitação. Em ambiente urbano, a retenção e o retardamento da água durante a pluviosidade são cruciais para mitigar

escoamentos extremos e para o aumento da evapotranspiração, contribuindo para a manutenção da humidade atmosférica. A retenção de água depende da quantidade, duração e padrão temporal da precipitação, bem como da morfologia da copa, das folhas e dos órgãos lenhosos. As gotas de chuva são intercetadas e retidas até ao início do gotejo e do escoamento,

diminuindo esse efeito ao longo do evento, até valores residuais. O total de água retida depende da dimensão das áreas expostas à precipitação, atendendo aos respetivos Índice de Área Foliar (LAI) e Índice de Área Lenhosa (WAI), e à intensidade e duração da precipitação. Com este estudo pretendeu-se analisar o papel do sobreiro no ciclo urbano da água, comparando os resultados obtidos pelo modelo i-Tree com os de outro modelo, baseado em dados experimentais relativos a quercíneas. Os resultados obtidos pelo i-Tree indicam que, com um LAI de 5, o sobreiro retém no máximo 1,0 mm de água. Em contrapartida, os dados experimentais obtidos anteriormente mostraram que, para intensidades de precipitação baixas e um LAI entre 5 e 8, a retenção total pode atingir 3,0 mm. Em 2015, na estação de Faro, aproximadamente 74 % dos eventos pluviosos registaram precipitações inferiores a 3,0 mm e 61 % dos eventos, precipitações inferiores a 1,0 mm, correspondendo respetivamente, a 22 % e a 7 % da precipitação anual.

Palavras-Chave – Árvores urbanas; ciclo urbano da água; interceção de água; i-Tree; sobreiro.

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

130

ÁGUA, ENERGIA E FLUXOS DE CARBONO NUM ESPAÇO VERDE URBANO - JARDIM DAS COMUNIDADES, ALMANCIL-LOULÉ, PORTUGAL

Manuela MOREIRA DA SILVA[1 @], Lídia TERRA, Horácio CARVALHO[2], Pedro MATIAS[3], Vera SIMÕES

@ Autor correspondente: msanti@ualg.pt
1 Universidade do Algarve, Instituto Superior de Engenharia, Campus da Penha, 8005-139 Faro, Portugal. CIMA-ARNET; CEiiA, Centro de Engenharia e Desenvolvimento. Av. D. Afonso Henriques 1825, 4450-017 Matosinhos, Portugal
2 MED—Instituto Mediterrâneo para a Agricultura, Ambiente e Desenvolvimento e CHANGE—Global Change and Sustainability Institute, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Campus de Gambelas, Universidade do Algarve, 8005-139 Faro, Portugal
3 Universidade do Algarve, Instituto Superior de Engenharia, Campus da Penha, 8005-139 Faro, Portugal.

RESUMO

Integrarmos a Natureza nas especificidades territoriais de cada cidade pode melhorar significativamente a sua resiliência climática e a qualidade de vida das comunidades locais. Na atual emergência climática, os espaços verdes urbanos devem combinar a seleção das espécies vegetais com a gestão da água, da energia, e dos fluxos de carbono. Se forem devidamente planeados, irão potenciar sequestro de carbono, produção de oxigénio, retenção de poluentes, nas cidades, manter a humidade atmosférica através da evapotranspiração e amortecer os extremos da temperatura, criar sombreamento com a sua biomassa aérea, e diminuir o escoamento superficial em momentos de precipitação intensa reduzindo/evitando inundações urbanas. Este estudo está em curso desde 2019 e analisa a evolução da performance ambiental do Jardim das Comunidades em Almancil, Almancil-Loulé, que tem uma área de 12 180 m^2 incluindo arruamentos e áreas plantadas com árvores, arbustos e relvado (4300 m^2 de *Cynodon dactylon*), e ainda um lago com 1200 m^2 de área. Têm-se vindo a caracterizar os consumos de água potável, energia e combustíveis fósseis necessários para o seu funcionamento, quantificando-se a água para a rega das espécies terrestres e para a manutenção de um bom estado ecológico do lago, com base no Índice de Estado Trófico, monitorizando-se a qualidade da água e estudando a sua evolução em diferentes condições de hidrodinâmica. Determinou-se a densidade das diversas espécies arbóreas e arbustivas, realizaram-se medições *in-situ* e quantificaram-se os serviços ecossistémicos, recorrendo-se ao *i-Tree*. Na generalidade, os resultados obtidos têm indicado como otimizar sazonalmente os consumos de água, energia e combustíveis fósseis. As emissões de carbono associadas aos consumos de água, energia e combustíveis fósseis para funcionamento do espaço em 2023, corresponderam a 3,70 t CO_2e e o sequestro de carbono pela biomassa vegetal (arbórea, arbustiva e herbácea) a 5,85 t CO_2.

Palavras Chave – Serviços ecossistémicos; Resiliência climática; Sequestro de carbono; Eficiência hídrica; Eficiência energética.

131

O PAPEL DOS FORNECEDORES PRIVADOS DE AGUAS (FPA) NO GRANDE MAPUTO

Claudette LAVALLEE

@ Claudette@prowater.co.mz
Prowater Consultores, Lda, Maputo, Moçambique

RESUMO

O Grande Maputo (ou área metropolitana de Maputo) é abastecido em grande parte pelo sector privado desde os anos 2000. Os fornecedores privados de água estabeleceram-se devido à falta de serviços e à fraca fiabilidade do fornecedor público. As famílias particulares perfuraram furos para si próprios, algumas ajudaram os seus vizinhos e traduziram isso num negócio maior que servia mais pessoas. Os Fornecedores privados fornecem agora serviços competitivos, mesmo em zonas onde já existe uma rede pública. Mas recentemente, o fornecedor público tem enfrentado dificuldades significativas, com a adequação do seu abastecimento de água e tem reduzido o seu horário de abastecimento devido a problemas de gestão e manutenção. As pesquisas de 2013 e 2018, mostram que os privados oferecem melhor qualidade de água, horas de serviço, e condições de pagamento mais flexíveis para os clientes. Por estas razões, muitos clientes preferem recorrer a um Fornecedor privado, ao invés de um fornecedor público, mesmo quando existe uma escolha. Os Fornecedores privados são 100% autofinanciados.

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

132

PREVISÃO DAS REGIÕES AFECTADAS PELAS INUNDAÇÕES E SIMULAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO INFULENE

Chris S. I. MONGO[1], Cândido A. MANUEL[1], Dinis JUÍZO, Clemêncio NHANTUMBO[1], Dominic JOAQUIM[1], Michaque DOSSE[1]

1. Faculdade de Engenharia, Universidade Eduardo Mondlane, Av. de Moçambique km 1.5, C. Postal 257, Maputo, Mozambique

RESUMO

A Bacia Hidrográfica do Infulene serve de fronteira para as cidades de Maputo e Matola, e é responsável pela provisão de uma percentagem significativa de hortícolas vendidas nos mercados da Cidade de Maputo. Esta tem sido assolada pelo aumento da ocorrência de inundações associadas ao crescimento dos assentamentos informais com sistema de saneamento deficiente, o que vem comprometendo a qualidade da água do Rio, que é principalmente usada para irrigação. Contudo, a informação sobre as áreas susceptíveis a inundação e a sua influência sobre a qualidade da água do rio é limitada. Neste âmbito, esta pesquisa visa prever, mediante a simulação, e com recurso ao software de modelação hidráulica "HEC-RAS" e a ferramenta de Informação Geográfica "QGIS", as áreas susceptíveis às inundações ao longo da Bacia do Infulene e avaliar o seu impacto sobre qualidade de água. Da simulação feita observou-se que as inundações tendem a se confinar nas várzeas e os bairros com habitações com elevado risco de ser afectados são: 25 de Junho, Inhagoia, Jardim, Trevo, Vale do Infulene, e Luís Cabral. Como medidas de mitigação aos impactos das inundações, propõe-se que se avalie a possibilidade de reassentamento da população residente nas regiões de maior susceptibilidade e/ou se considere a introdução de diques que servirão de barreira contra a passagem da água para regiões habitadas, e se faça o desassoreamento periódico dos leitos do rio de modo que este possa conter maior quantidade de água. Relativamente aos perfis de qualidade de água obtidos da simulação, o modelo propõe que a água que escoa no curso do Rio Infulene possui qualidade relativamente boa para irrigação em épocas de precipitações normais, mesmo havendo poluições de fontes pontuais e difusas, diferentemente das épocas de cheias, onde o rio tende a apresentar valores fora dos padrões aceitáveis para a irrigação.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica do Infulene, HEC-RAS, inundações, qualidade de água.

134

GOVERNANÇA DA ÁGUA: DESAFIOS E OPORTUNIDADES NO MUNDO LUSÓFONO

Susana NETO[1,2,3]

1 APRH
2 Universidade de Lisboa / CERIS
3 University of Western Australia (UWA)
E-mail: susana.neto@netcabo.pt

RESUMO

A necessidade de trabalhar uma visão estratégica das políticas de água de longo prazo no espaço lusófono impõe-se hoje como um mandato imperativo. Portugal pode e deve ocupar um papel de charneira entre os países que compõem a CPLP. A política da água está indissociavelmente ligada à governança territorial e à consciência do valor ambiental da água. Um entendimento mais alargado a nível da bacia hidrográfica, regional, de país e a nível global, constitui uma componente de aprendizagem em termos de diálogo universal sobre os problemas de acesso à água e manutenção dos seus serviços ambientais e sociais, incluindo os económicos. As alterações climáticas e demográficas, a par dos desafios de um desenvolvimento económico sustentável, estruturam um quadro de mudanças globais que nenhum país está em condições de enfrentar isoladamente. A colaboração em rede é essencial para as sinergias necessárias e o universo da CPLP oferece uma oportunidade privilegiada para essa colaboração. Em termos nacionais, continua a ser imprescindível promover uma ação integrada de boa governança, uma adequada transversalidade institucional, uma ação enquadrada nos direitos humanos e na saúde global e uma ação preventiva e adaptativa relativamente às mudanças climáticas ao nível local e sub-regional. Nesta comunicação pretende-se fazer uma listagem das oportunidades face aos desafios atuais e discutir as respetivas implicações nos contextos dos países de língua oficial Portuguesa. Pretende-se ainda enquadrar esta apresentação noutras lições que podem ser tiradas de experiência a nível da EU, da América Latina, de África, da Ásia e da Oceânia. A integração de Portugal nos Programas de Ação Ambiental desde inícios da década de 80 até à aprovação da Diretiva quadro da Água (DQA) em 2000 fornece um eixo referenciador e de inspiração para este potencial de cooperação em torno de desafios comuns.

Palavras-Chave: Política e Governança da Água; Direitos Humanos Água e Saneamento; Visão Estratégica e Colaboração Em Rede; Mudanças Globais; CPLP.

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

139

AVALIAÇÃO DO EFEITO DA INTRUSÃO SALINA NO FUNCIONAMENTO DO ECOSSISTEMA DAS TERRAS HÚMIDAS DE MACANETA, CONSIDERANDO O EFEITO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

A. S. CHIRICO JÚNIOR, D. JUÍZO, C. M. NHANTUMBO, D. JOAQUIM

Faculdade de Engenharia, Universidade Eduardo Mondlane, Cidade de Maputo aschiricojunior@gmail.com

RESUMO

Moçambique é um país de jusante que é afectado pela gestão deficiente dos recursos hídricos pelos países de montante. Esta gestão deficiente compromete a manutenção dos sistemas ecológicos e o desenvolvimento de actividades das comunidades. Este cenário, agravado pelas mudanças climáticas, reforça a necessidade de adopção de estratégias de gestão dos recursos hídricos e das zonas costeiras, particularmente nas terras húmidas de Macaneta, onde o caudal médio do rio reduz de 112 m^3/s na época húmida para 28 m^3/s na época seca, com meses onde o caudal médio atinge cerca de 12 m^3/s. Como forma de obter mais informações relevantes para auxiliar na criação destas estratégias, foi desenvolvido um modelo usando o software HEC-RAS[1] para explorar os impactos de diferentes cenários de gestão da bacia à montante da zona de interesse. O modelo desenvolvido realiza simulações para mostrar como a salinidade varia em diferentes locais da zona de interesse e usa dados relacionados (1) à configuração do sistema, i.e. os canais de escoamento e os níveis das marés, (2) às condições climáticas, i.e. as taxas de precipitação, evapotranspiração e temperatura do ar e (3) às estratégias de gestão dos recursos, i.e. o caudal do rio à montante e o de descarga de água subterrânea. Para o caudal do rio à montante foram criados os cenários de 5, 10, 20, 40, 80, 120, 160 e 200 m^3/s e após a calibração e validação, verificou-se que o caudal mínimo necessário para preservar o funcionamento adequado é de 40 m^3/s. A calibração foi feita usando dados hidrométricos de 20/02/2021 até 08/08/2021 e a validação de 09/08/2021 até 30/10/2022 e forneceram valores de eficiência de Nash-Sutcliffe (NSE) de 0.80 e 0.78, Skill de 0.93 e 0.93, função critério (FC) de 0.63 e 0.71 e o coeficiente de correlação (R2) de 0.93 e 0.86, respectivamente. O efeito das mudanças climáticas foi analisado considerando o aumento do nível de maré em 0.55 e 1.10 metros, baseando-se nas previsões do IPCC, que causou a alteração da intrusão salina em cerca de 5 e 10 km, respectivamente. A descarga de água subterrânea mostrou-se relevante para controlar a salinidade numa área utilizada para produção agrícola. Na posse destas informações é possível conduzir discussões sobre melhores estratégias de gestão dos recursos hídricos e assegurar um futuro sustentável para as populações e ecossistemas desta região.

Palavras-chave: Intrusão salina; Estuários; Mudanças climáticas; HEC-RAS; Macaneta; Água subterrânea; Modelação hidrodinámica; Terras húmidas.

1 Hydrologic Engineering Center's River Analysis System

140

AVALIAÇÃO DA ÁGUA PARA O CONSUMO HUMANO NA BACIA DO RIO INFULENE, MAPUTO

Jéssica Sofia LANGA[1], Clemencio NHANTUMBO[1], Dinis JUÍZO[1], Dominic JOAQUIM[2], Michaque DOSSE[2]

Universidade Eduardo Mondlane, Faculdade de Engenharia, (jessicalanga72@gmail.com)

RESUMO

A bacia do Rio Infulene é caracterizada assentamentos informais com sistemas de saneamento precário e abastecimento de água intermitente. A intermitência produz efeitos adversos, como infiltração de contaminantes na rede de distribuição de água nos momentos de baixa pressão na tubagens, principalmente na época chuvosa. Alem disso, durante está época, o escoamento superficial da água facilita a disseminação de contaminantes na água diminuindo assim a sua qualidade. Nestas condições, a contaminação da água é eminente e a informação sobre a qualidade da água usada para o consumo humano é limitada a nível da bacia do Rio Infulene, e para superar essa lacuna foi realizado este estudo sobre a qualidade da água na bacia do rio Infulene. O objectivo do estudo é de avaliar a qualidade da água na bacia do rio Infulene. Dos 58 bairros da bacia do Infulene, identificaram-se três tipos de sistemas de abastecimento, e foram colhidas e analisadas 59 amostras, 27 da rede pública, 28 de furos e 4 de poços, onde os resultados observados de pH varia de (7.01 - 7.59), Turbidez (0.008 - 4.7 NTU), Condutividade eléctrica (316.2 - 1748 µS/cm), sólidos totais (111 – 532 mg/l), oxigénio dissolvido (2.44 – 10.88 mg/l), CT (0 – 5810 NMP/100ml) e EC (0 – 410 NMP/100ml). Os resultados obtidos no laboratórios foram comparados com os valores do Decreto nº 180 de 15 de Setembro do Ministério da Saúde, onde foi possível observar que os resultados microbiológicos ultrapassam os limites admissíveis para água para o consumo humano principalmente sistemas de abastecimento alternativos. Nesse sentido, para a melhoria de qualidade de água do aquífero recomendou-se conscientização das comunidades, bem como a cloração da água nos tanques de armazenamento para prevenir a contaminação da mesma ao longo do sistema de distribuição.

Palavras-chave: Abastecimento de água, Saúde pública, Bacia do Rio Infulene

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

141

ALGORITMO PARA O MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO DE CHEIAS PARA DIFERENTES MAGNITUDES - UMA APLICAÇÃO PRÁTICA PARA A BACIA DO RIO BÚZI NO CONTEXTO DA CHEIA DO IDAI 2019

Agostinho VILANCULOS[1], Filoca FONDO[2], Sheila CASSAMO[3]

1 Direcção Nacional de Gestão de Recursos Hídricos. Ministério das Obras Públicas, Habitação e Recursos Hídricos de Moçambique
afivilanculos76@gmail.com e avilankulos@yahoo.com.br
2 Departamento de Recursos Hídricos. Direcção Nacional de Gestão de Recursos Hídricos
filofondo@gmail.com
3 Departamento de Matemática. Universidade Eduardo Mondlane
sheylaratan@hotmail.com

RESUMO

O presente artigo apresenta uma nova abordagem para o mapeamento das áreas de riscos à inundações causados por cheias de grande magnitude que podem inundar grandes extensões de área causando perdas de vidas humanas, destruição de infra-estruturas socioeconómicas, com consequências nefastas na economia. Daí a necessidades de se desenvolver métodos que possam auxiliar aos hidrologistas na análise e conhecimento atempado de áreas de risco em função da sua magnitude e períodos de retorno. Este artigo tem como objectivo testar um dos métodos aplicados para a previsão de risco de cheias na Bacia do Búzi, no contexto das recentes cheias causadas pelo Ciclone IDAI. O mapeamento de áreas de risco à inundações foi baseado no Modelo Digital de Elevação (DEM) em um algoritmo desenvolvido pela USGS em 2014, designado por *GIS Flood Tool (GFT)* numa extensão de ARCGIS 10.x. O método, difere dos demais, na medida em que explora as relações espaciais entre inundação e o nível hidrométrico do rio em função do escoamento gerado em cada instante. Na prática, o processo de mapeamento, baseado em DEM é feito através de enchimento topográfico, aplicando a relação caudal (m^3/s) e altura (m) (*Q-h*), conectividade hidráulica da extensão de inundação e o movimento de fluxos de água no canal em função da profundidade, feito através da *Equação de Manning* para fluxo em canais abertos. O Algoritmo foi testado pela Direcção Nacional de Gestão de Recurso Hídricos (DNGRH) para a bacia do Búzi e esta sendo aperfeiçoado pelos Departamentos de Matemática da Universidade Eduardo Mondlane e de Geografia da Universidade Pedagógica de Maputo, Moçambique, usando dados topográficos obtidos do *Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)* para mapear a extensão de inundação durante a grande cheia de 2019 na Bacia do Búzi. A estimativa dos caudais máximos foi calculada usando método de análise de risco de cheias e as extensões de inundação gerados pelo algoritmo validados através de comparação com as extensões extraídos das imagens de satélite do mesmo período. Os resultados mostraram que 94 % das áreas inundadas coincidiam, entre as capturadas pelos satélites e geradas pelo DEM para a bacia do Búzi.

Palavras-chave: Risco, ciclone, Búzi.

142

USO DE MÉTODOS ESTATÍSTICOS PARA A VALIDAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO ESTIMADA POR SATÉLITES DE OBSERVAÇÃO ATMOSFÉRICA

Agostinho VILANCULOS[1], Messias MACIE[2], Gustavo DGEDGE[3], Moisés FADUCO[4]

1 Direcção Nacional de Gestão de Recursos Hídricos
Ministério das Obras Públicas, Habitação e Recursos Hídricos de Moçambique avilanculos@dngrh.gov.mz e avilankulos@yahoo.com.br
2 Direcção Nacional de Gestão de Recursos Hídricos
Ministério das Obras Públicas, Habitação e Recursos Hídricos de Moçambique m.macie@dngrh.gov.mz
3 Departamento de Geografia
Faculdade de Ciências da Terra e Ambiente, Universidade Pedagógica de Maputo, Moçambiquegudgedge@gmail.com
4 Direcção Nacional de Gestão de Recursos Hídricos
Ministério das Obras Públicas, Habitação e Recursos Hídricos de Moçambique moisesfaduco.mhf@gmail.com

RESUMO

Este trabalho destina-se principalmente a servir como um guião de referência para os usuários que desejam fazer uso dos dados de chuva estimados pelos satélites de observação atmosférico que abrange cada um dos três instrumentos primários de chuva: (i) o micro-ondas passivo e radiômetro, (ii) o radar de precipitação e (iii) o Sistema Radiômetro Visível e Infravermelho a bordo da espaçonave. A análise foi feita para avaliar o desempenho dos productos da Climatic Prediction Center Rainfall Estimates (CPC RFE, versão 2.0) e Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Stations (CHIRPS) em resolução diária, mensal e anual em comparação com conjuntos de Dados Meteorológicos Observados (DMO) obtidos na Direcção Nacional de Gestão de Recursos Hídricos aplicando abordagens em uma base pixel-a-estação e de análise estatística. Observações diárias de precipitação in situ de 22 estações selecionados aleatoriamente de conjunto de bacias hidrográficas nacionais e internacionais partilhadas com Moçambique na região Austral de África, cobrindo um período de 22 anos (2001 – 2022), foram usadas nesta pesquisa. A comparação dos dados de chuva observados com estimativas baseadas em satélite revelou uma forte correlação positiva, que produziu o maior coeficiente de correlação (R2) de 0,6 na escala de tempo diário, contra a relação linear positiva com o R2 mais alto de 0,91 na escala de tempo diária apos a correção usando o algoritmo linear. A correção na escala de tempo diária mostrou que tantos os dados CPC RFE, versão 2.0, assim como os CHIRPS tiveram um desempenho melhor, produzindo um Index of Agreement (IA) de 1 e 0.5 para o CPC RFE, versão 2.0 e CHIRPS, respectivamente. Os resultados mostraram ainda que o CHIRPS apresenta melhor desempenho nas regiões do interior (R, PBIAS e mediana RMSE: 0,51, -3,71% e 9,20 mm/dia comparados aos CPC RFE, versão 2.0.

Palavras Chaves: CPC RFE versão 2.0, CHIRPHS, Pixel-a-Estação, Estatística.

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

143

MELHORIA DE MODELOS DE ELEVAÇÃO DIGITAL PARA USAR PARA A MODELAÇÃO HIDRODINÂMICA DE ESTUÁRIOS: CASO DO ESTUÁRIO DO RIO INCOMATI

Nordino PALULUANE, Clemêncio NHANTUMBO[1], Dinis JUÍZO[1]

1 Faculdade de Engenharia, Universidade Eduardo Mondlane, Av de Moçambique km 1.5, Maputo 1102, Moçambique

RESUMO

A modelação hidrodinâmica é fundamental para a análise e planeamento da gestão de ecossistemas ribeirinhos, particularmente de estuários. No entanto, a precisão dos modelos hidrodinâmicos é limitada devida a qualidade dos Modelos de Elevação Digital (DEM) disponíveis. Estas limitações resultam em simulações que podem não reflectir adequadamente as condições reais, comprometendo a eficácia das decisões de gestão baseadas em modelos. Este estudo tem como objectivo desenvolver a metodologia para melhorar a qualidade dos Modelos de Elevação Digital usados em modelação hidrodinâmica em estuários e usou-se como caso de estudo o Estuário do Rio Incomáti. Para o estudo foram realizados levantamentos batimétricos detalhados e topográfico precisos usando DGPS para ajustar o Modelo de Elevação Digital, obtidos através de técnicas de sensoriamento remoto. Estes dados foram integrados usando o software QGIS para gerar modelos de elevação mais precisos, que serviram de base para a modelação hidrodinâmica subsequente. A simulação hidrodinâmica usando os Modelos de Elevação Digital corrigidos mostram uma melhoria significativa na precisão das simulações hidrodinâmicas. Os modelos hidrodinâmicos desenvolvidos usando o Modelo de Elevação Digital Corrigido mostraram melhor ajustamento as características morfológicas do estuário, resultando em previsões mais confiáveis dos padrões de fluxo e representações de zonas inundáveis. No entanto, para além do estudo demonstrar o potencial dos levantamentos topográficos e batimétricos associado ao uso de ferramentas de SIG, como o QGIS, permitir superar as limitações da aplicação dos Modelos de Elevação Digital tradicionais para a modelação hidrodinâmica, também revelou limitações consideráveis, como a necessidade de um número elevado de medições altimétricas, o que requer mais tempo e recursos financeiros.

146

DETERMINAÇÃO EXPEIMENTAL DA EXTERNSÃO DA INTRUSÃO SALINA NO ESTUÀRIO DO RIO INCOMATI

Vânia Dulcineia Joaquim SAÚL[1], Clemêncio NHANTUMBO[1], Dinis JUÍZO[1]

1 Faculdade de Engenharia, Universidade Eduardo Mondlane, Moçambique Correspondente: vdcdulcinea@gmail.com

RESUMO

A intrusão salina é um fenômeno natural que ocorre em deltas e estuários devido a interação entre águas fluviais e do mar. A extensão da intrusão salina, e por conseguinte os ecossistemas estuarinos são sensiveis a alteração de caudais dos rios devida a acção Humana, bem como, a alteração do caudais dos rios e do nível das marés, devidas as mudanças climaticas. As comunidades locais do Estuário do Rio Incomati, em Macaneta, reportam que a intrusão salina tem causado consequências sócio-económicas particularmente na agricultura e pesca, suas principais fontes de renda. Este estudo tem como objectivo avaliar a extensão da intrusão salina no Estuário do Rio Incomáti para as épocas húmida e seca. Para tal, foram feitas duas visitas para fazer medições de campo e recolher de amostras para análises laboratoriais em 29 pontos nas terras húmidas e canais do rio, e 12 pontos ao longo do rio em condições de maré baixa e alta. Valores mais altos de condutividade elétrica foram registados na boca do estuário sendo na época seca, cerca de, 50.333 µS/cm, e na época húmica, cerca de 40.633 µS/cm. A extensão da intrusão salina registada durante as medições de campo foi de 36 Km para a época seca (Maio de 2021) e 30 Km para a época húmica (Outubro de 2021). A conductividade eléctrica nas das terras húmidas de Macaneta varia significativamente durante a época seca e húmida, com os valores elevados durante a época seca e este fenómeno afecta a ocorrência de peixe, pássaros e desenvolvimento da agricultura.

Palavras-chave: Rio Incomáti, Salinidade, Estuário, Intrusão salina

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

147

AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA ANTIBIÓTICOS NA ÁGUA DE CONSUMO NA BACIA DO RIO INFULENE

Rosângela MATARUCA[1], Dominic JOAQUIM[1], Michaque DOSSE[1], Clemêncio NHANTUMBO[1], Dinis JUÍZO[1]

Correspondência: rosangelamataruca@gmail.com
1 Faculdade de Engenharia, Universidade Eduardo Mondlane, Av de Moçambique km 1.5, Maputo 1102, Moçambique

RESUMO

A resistência a antibióticos é um problema de saúde pública que ocorre naturalmente, mas a utilização indevida de antibióticos está a acelerar o processo, conduzindo a internamentos hospitalares mais longas, a custos médicos mais elevados e ao aumento da mortalidade. Embora a resistência aos antibióticos seja uma preocupação global, existe pouca informação sobre a ocorrência de bactérias resistentes aos antibióticos na água para o consumo humano nos países em vias de desenvolvimento. Este trabalho tem como objectivo avaliar a ocorrência da E. Coli resistente a antibióticos na água para o consumo humana na região da bacia do Rio Infulene. Vinte e nove (29) pontos foram selecionados para o estudo, nomeadamente, três (3) de água de poços, oito (8) de água da rede pública e dezoito (18) de água dos furos. As análises foram feitas em amostras colhida na época seca, Agosto de 2024

e os resultados obtidos foram comparados com os parâmetros estabelecidos na lei nr 180/2004, que prevê os valores limites para parâmetros de qualidade de água. O pH, Condutividade eléctrica, Temperatura, Oxigénio Dissolvidos e Sólidos Totais Dissolvidos encontram-se dentros dos padrões estabelecidos pela lei. Contudo, a turbidez apresenta valores acima do padrão (5NTUs), cerca de 45.7 NTUs na água de um poço. As análises microbiológicas indicaram resultado positivo para coliformes totais em 25 pontos, dos quais 8 testaram positivo para coliformes fecais e E. Coli. Não se detetou E.coli resistente nas amostras de água para o consumo humano colhidas na época seca e analisadas usando o método ESBL. Com base nos resultados da primeira campanha pode se concluir que não há ocorrência de E. Coli resistente aos antibióticos na água de consumo humana na região da Bacia do Rio Infulene. Contudo, este resultado será confirmado em campanhas subsequentes que estão programadas para a época húmida.

Palavras chave: Qualidade da água, Antibióticos, E.coli

151

AVALIAÇÃO DA OCORRÊNCIA DE BACTÉRIAS RESISTENTES A ANTIBIÓTICOS NO SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL NA BACIA DO RIO INFULENE

Flora Edlene MEQUE[1], Clemêncio NHANTUMBO[1], Dominic JOAQUIM[1], Michaque Lourenço DOSSE[1], Dinis JUÍZO[1]

1 Universidade Eduardo Mondlane, Faculdade de Engenharia, mequeflora3@gmail.com

RESUMO

O crescimento urbano desordenado em países em desenvolvimento, particularmente nas periferias das cidades, tem contribuído significativamente para a degradação da qualidade da água. O saneamento deficiente nestas áreas leva ao descarte direto da água residual para os sistemas de drenagem pluvial. A contaminação da água é agravada pela ocorrência de bactérias resistentes a antibióticos, resultantes tanto do uso discriminado de antibióticos na medicina humana e veterinária, quanto pelo descarte inadequado de resíduos farmacêuticos. A água pluvial contaminada é descarregada nos cursos de água, favorecendo a proliferação de bactérias resistentes a antibióticos no meio ambiente. Este estudo tem como objectivo avaliar a presença de bactérias resistentes a antibióticos no sistema de drenagem pluvial da Avenida Joaquim Chissano, em Maputo. A infra-estrutura de drenagem pluvial do sistema em estudo é composta principalmente pela vala separativa localizada ao longo da faixa central da Avenida Joaquim Chissano, que recebe afluentes através de um grupo de valas secundárias de macrodrenagem. Para o efeito, foram colhidas 12 amostras de água ao longo do sistema de drenagem, abrangendo as saídas dos bairros de Maxaquene A, Malhangalene A e B, Munhuana, Minkadjuine, Mafalala, Chamanculo, Xipamanine e Aeroporto. Os locais de amostragem foram determinados com base nas contribuições de entrada dos bairros ao longo do sistema de drenagem. Foram feitas análises laboratoriais, obtendo-se os seguintes intervalos de resultados: coliformes totais (5,6x10^6 - 686,7x10^6 MPN/100ml) e E. coli (<1x10^6 - 16x10^6 MPN/100ml). Os bairros de Munhuana, Minkadjuine e Mafalala apresentaram as maiores concentrações de coliformes totais e E. coli. Em relação à resistência a antibióticos, das 12 amostras analisadas, foi detectado E. coli resistente a antibióticos apenas na amostra colhida entre os bairros Munhuana e Minkadjuine, com uma concentração de 2x10^6 MPN/100ml. A resistência foi determinada utilizando o Método de Ensaio de Agar. Este estudo revela a presença de bactérias resistentes a antibióticos no sistema de drenagem pluvial, representando uma ameaça à saúde pública e ao meio ambiente.

Palavras-chave: Bactérias resistentes a antibióticos, antibióticos, sistema de drenagem pluvial, saúde pública, meio ambiente.

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

155

ESTIMATING GHG EMISSIONS FROM SANITATION SYSTEMS IN MOZAMBIQUE AND IMPLICATIONS FOR NATIONALLY DETERMINED CONTRIBUTIONS

Nelson MATSINHE[1] @, Clemencio NHANTUMBO[1], Olivia REDDY[2], Guy HOWARD[2], Clara BARRET[3], Jonathan PARKINSON[3]

@ Autor correspondente:
Email: salomon.nelson@tvcabo.co.mz
Tel: +258 82 328 4650
1 Universidade Eduardo Mondlane (UEM), Mozambique
2 University of Bristol, UK
3 ECOPSIS, Switzerland

RESUMO

Sanitation services are critical for public health and environmental protection, yet they are also significant sources of greenhouse gases (GHGs). Methane (CH4) and nitrous oxide (N2O) are of particular concern given their potency to contribute to global heating. Addressing emissions is crucial for meeting global climate targets to mitigate climate change and in the case of methane subject to a Global Pledge and action plan.

In light of the above, UNICEF commissioned ECOPSIS and the University of Bristol to generate more evidence on the importance of sanitation to GHG emissions with a focus on sub-Saharan Africa; drawing from research in the region currently being undertaken by University of Bristol and partners from the SCARE research consortium, and with additional data collection in Mozambique carried out by Salomon Limited.

The team prepared guidance consisting of two methodologies to estimate GHG emissions from sanitation systems at national and city levels. The analyses employed and refined methodologies defined by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) guidelines. The national level assessment focuses on direct gaseous (Scope 1) emissions, whereas the city level assessment, which was carried out in Maputo also includes indirect emissions (Scopes 2 and 3) from transport of faecal sludge and embedded carbon associated with sanitation infrastructure. The city level methodology was informed by the approach described by Johnson et al. (2022)[1].

The findings aim to provide a basis for improving sanitation infrastructure, promoting sustainable practices, and informing policy decisions to reduce the carbon footprint of urban sanitation systems in Mozambique. By providing robust estimates, this research can also inform Mozambique's Nationally Determined Contributions (NDCs) under the Paris Agreement, supporting the country's commitments to reduce GHG emissions.

Keywords: Greenhouse Gas Emissions, sanitation systems, climate mitigation, Nationally Determined Contributions

1 Johnson et al (2022). Whole-system analysis reveals high greenhouse-gas emissions from citywide sanitation in Kampala, Uganda. Communications Earth & Environment, 3(1), 80. https://doi.org/10.1038/s43247-022-00413-w

160

MODELAGEM DE CONSUMO UTILIZANDO DADOS DE VAZÃO VIA TELEMETRIA EM REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA. ESTUDO DE CASO: LAGO NORTE, DISTRITO FEDERAL, BRASIL

Enzo D'Angelo Arruda DUARTE[1] @, Diogo Fidelis COSTA[2], Alexandre Kepler SOARES[3]

@ Autor correspondente: enzo.dnglo@gmail.com.br
1 Universidade de Brasília, Brasília/DF, Brasil
2 Companhia de Saneamento Ambiental de Brasília, Brasília/DF, Brasil
3 Universidade de Brasília, Brasília/DF, Brasil

RESUMO

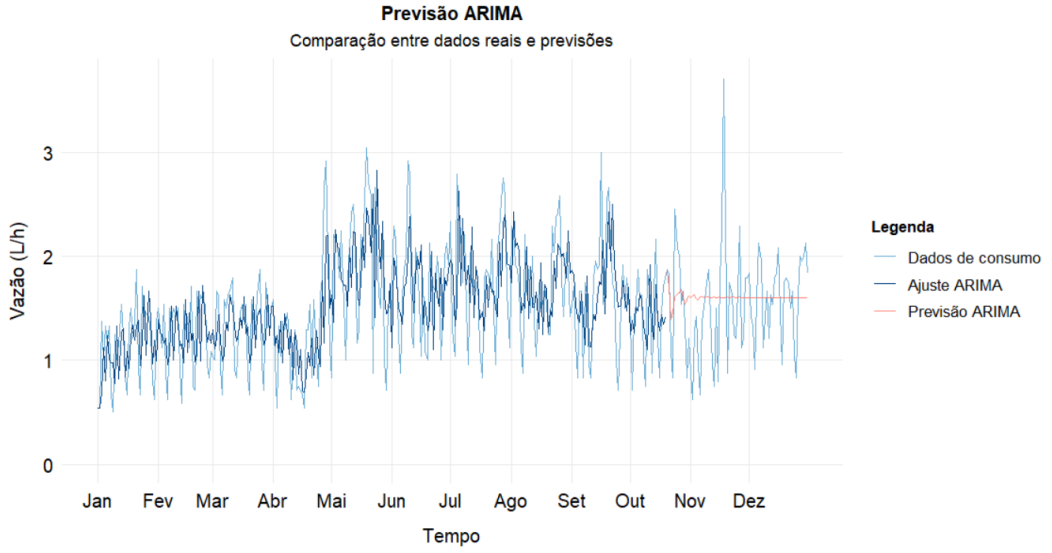
No Distrito Federal, Brasil, a gestão hídrica enfrenta desafios devido ao clima e à urbanização acelerada. Este estudo foca na Península Norte do Lago Norte, onde desde 2019 foi implementado um sistema de telemetria para monitorar o consumo de água. O objetivo é modelar o consumo com base nos dados de telemetria para avaliar e melhorar modelos preditivos, com ênfase na análise da série temporal de consumo e validação da precisão dos modelos para otimizar a gestão da rede de abastecimento.

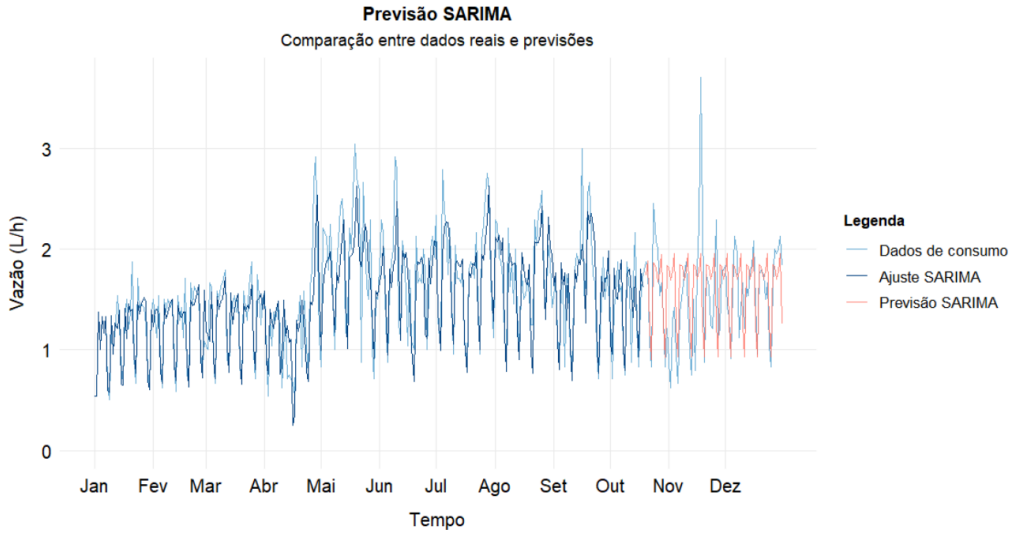
Seguindo a abordagem de Costa (2022), os dados fornecidos pela Companhia de Saneamento Ambiental de Brasília foram tratados para remover inconsistências. Três modelos foram aplicados:

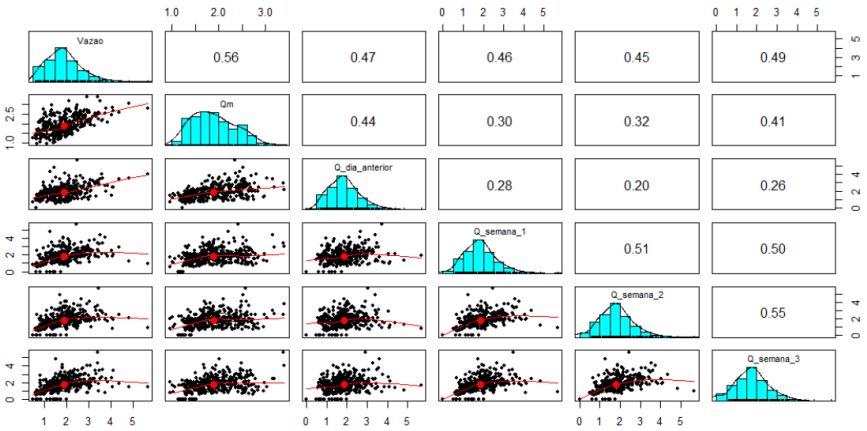
- Modelo ARIMA: Utilizou séries temporais médias diárias dos hidrômetros, com dados divididos em treino (80%) e teste (20%). O teste de Dickey-Fuller avaliou a estacionariedade, e os parâmetros foram ajustados com o pacote auto.arima do RStudio. A avaliação considerou critérios como Akaike, Erro Médio Absoluto, Raiz do Erro Médio Quadrático e Nash-Sutcliffe.
- Modelo SARIMA: Similar ao ARIMA, mas incorporando sazonalidade. Os parâmetros foram ajustados considerando as leituras diárias.
- Regressão Linear Multivariada: Incluiu variáveis como intervalos diários e vazões anteriores, com modelagem baseada na equação de regressão. A avaliação considerou os critérios de Akaike e Raiz do Erro Médio Quadrático.

Os modelos foram simulados no RStudio, utilizando a amostra da Península Norte para extrapolar os dados de consumo para toda a região. A análise comparativa dos modelos ARIMA, SARIMA e Regressão Linear Multivariada evidenciou que o modelo SARIMA foi o mais eficaz na previsão do consumo de água na Península Norte, destacando-se por captar melhor a sazonalidade e reduzir os erros de previsão, conforme indicado pelo menor AIC (141,82) e maior NSE (0,7061). O ARIMA, por sua vez, mostrou-se insuficiente para lidar com as complexidades do consumo hídrico, apresentando um NSE de 0,3234. A Regressão Linear Multivariada demonstrou potencial, especialmente ao incorporar variáveis explicativas como a vazão de dias anteriores, embora seu desempenho pudesse ser aprimorado com a inclusão de variáveis adicionais como clima, temperatura, etc. A qualidade e o tratamento dos dados também se destacaram como fatores cruciais para garantir a precisão das previsões, sendo necessária uma maior disponibilidade de dados de melhor qualidade para aprimorar ainda mais os modelos.

Modelo	Ajuste			
	AIC	MAE	RMSE	NSE
ARIMA	370,51	0,3643	0,4462	0,3234
SARIMA	141,82	0,2158	0,2941	0,7061
Regressão Linear Multivariada	AIC	RSE		R²
	319,983	0,371		0,5213


Previsão ARIMA
Comparação entre dados reais e previsões
Vazão (L/h)
0
1
2
3
Jan
Fev
Mar
Abr
Mai
Jun
Jul
Ago
Set
Out
Nov
Dez
Tempo
Legenda
Dados de consumo
Ajuste ARIMA
Previsão ARIMA


Previsão SARIMA
Comparação entre dados reais e previsões
Vazão (L/h)
0
1
2
3
Jan
Fev
Mar
Abr
Mai
Jun
Jul
Ago
Set
Out
Nov
Dez
Tempo
Legenda
Dados de consumo
Ajuste SARIMA
Previsão SARIMA


Vazao
Qm
Q_dia_anterior
Q_semana_1
Q_semana_2
Q_semana_3
0.56
0.47
0.46
0.45
0.49
0.44
0.30
0.32
0.41
0.28
0.20
0.26
0.51
0.50
0.55

Este estudo de modelagem de consumo de água oferece contribuições práticas significativas para a gestão eficiente da rede de abastecimento. Ao fornecer previsões mais precisas sobre o consumo, os modelos desenvolvidos podem auxiliar na otimização da distribuição de água, ajustando o fornecimento de acordo com variações sazonais e comportamentais da demanda. Isso permite uma alocação mais eficiente dos recursos, reduzindo desperdícios e prevenindo escassez em períodos críticos. Além disso, a incorporação de variáveis externas, como clima e eventos socioeconômicos, pode fornecer insights para políticas públicas mais eficazes, promovendo uma gestão proativa frente às mudanças climáticas e ao crescimento urbano. Esses resultados destacam a aplicabilidade do estudo para aprimorar o planejamento e a operação das redes de abastecimento, contribuindo diretamente para a sustentabilidade hídrica.

Palavras Chave – Água; Consumo; Telemetria; Modelagem; Estatística; ARIMA; SARIMA; Regressão linear multivariada; Sustentabilidade; Gestão hídrica.

Costa, D. F. (2022). Avaliação dos Benefícios de Medição por Telemetria em Rede de Água: Estudo, Modelagem do Consumo e Controle de Perdas. Brasília.

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

162

INFLUÊNCIA DAS PARTICULARIDADES FÍSICO- GEOGRÁFICAS E SÓCIO-ECONÓMICA DOS DISTRITOS DE MOMA-LARDE NOS SERVIÇOS DE ÁGUA E SANEAMENTO

Xavier TINDIO[1], Isaías SOUSA[1,2], Célia DAVID[1,3], Pelton HORÁCIO[1,4], Cremildo MARTINHO[1,5]

@ Autor correspondente: xaviertindio@gmail.com
1 Universidade Rovuma
2 isousa@unirovuma.ac.mz
3 celiadavid@unirovuma.ac.mz
4 Universidade Rovuma: . (phoracio@unirovuma.ac.mz)
5. (cmartinho@unirovuma.ac.mz)

RESUMO

A crise climática global impacta, directamente, na desregularização do ciclo hidrológico, nos distritos costeiros de Moma e Larde, situados na zona costeira da província de Nampula e que são objectos deste estudo, as mudanças climáticas estão alterando a variabilidade e a previsibilidade dos padrões climáticos. O grau de interferência antrópica nos sistemas naturais de Moma e Larde, as particularidades físico-geográficas e sócio-económica dos dois distritos, de algum modo, pode acelerar os impactos das mudanças climáticas, induzindo a ocorrência irregular dos níveis de precipitação, incremento de ventos extremos, inundações e secas sistemáticas. Estes eventos podem causar efeitos negativos nos sistemas de suprimentos de água às comunidades e infraestruturas de saneamento e higiene dos dois distritos. A localização geográfica, as condições ecológicas locais e socioeconómicas dos dois detritos assim o permitem. Portanto o presente tema é muito complexo e multifacetado. Vários fatores podem impactar a eficácia e a eficiência desses serviços de WASH, e entender essas influências é crucial para o planejamento e a gestão adequados dos recursos hídricos.

Palavras-Chave: mudanças climáticas, padrões climáticos e região costeira

166

OCORRÊNCIA DE ANTIBIÓTICOS E BACTÉRIAS RESISTENTES EM ÁGUAS RESIDUAIS E RISCOS RELACIONADOS A SUA REUTILIZAÇÃO – PERSPECTIVA DE MOÇAMBIQUE COM BASE NO ESTUDO DE CASO GHANA

Jenita CANGOLA[1,2 @], Felix K. ABAGALE[1,3], Samuel J. COBBINA[1,4], Richard A. OSEI[1,5], Osvaldo MOIAMBO[5], Raul MUTEVUIE[5], Jaime MUHATE[5], Amélia MABOTE[5]

@ Autor correspondente. E-mail: jcangola@giasan.co.mz;
1 West African Center for Water, Irrigation and Sustainable Agriculture (WACWISA), University for Development Studies, P. O. Box TL 1882, Tamale, Ghana
2 Departamento de Engenharia Ambiental e dos Recursos Naturais, Universidade Zambeze, Moçambique
3 Department of Agricultural Engineering, University for Development Studies, Tamale, Ghana
4 Department of Environment and Sustainability Sciences, University for Development Studies, Tamale, Ghana
5 Department of Environment, Water and Waste Engineering University for Development Studies, Tamale, Ghana f Direcção Nacional de Abastecimento de Água e Saneamento (DNAAS), MOPHRH-Moçambique

RESUMO

O aumento na produção e no consumo desregulado de antibióticos, especialmente em regiões em desenvolvimento, tem gerado preocupação crescente sobre a presença de antibióticos e bactérias resistentes em águas residuais. A reutilização dessas águas para fins não potáveis, tal como a irrigação agrícola é vista como uma alternativa importante para mitigar a escassez de água. Contudo, essa prática traz riscos consideráveis, especialmente relacionados a toxicidade e resistência dos patógenos presentes nestes efluentes. Este estudo, realizado em Ghana, teve como objectivo avaliar a ocorrência de antibióticos e bactérias resistentes a antibióticos em águas residuais não tratadas utilizadas para irrigação agrícola e os riscos associados. Para a análise, foi adotada uma abordagem mista que incluiu uma revisão sistemática da ocorrência de resíduos de antibióticos em águas residuais, além da colecta de dados reais sobre a presença de bactérias resistentes a antibióticos e os riscos que as mesmas representam em uma determinada área. A análise das bactérias resistentes baseou-se na abordagem convencional de cultura microbiológica e o método de difusão em disco de Kirby Bauer para avaliar a resistência de Enterobacteriaceae a quatro antibióticos comuns no Ghana: metronidazol, amoxicilina, trimetoprim-sulfametoxazol e tetraciclina. As bactérias Klebsiella pneumoniae, Salmonella-Shigella e E. coli foram isoladas em concentrações superiores ao limite recomendado pela Organização Mundial da Saúde (103 CFU/100 ml). Os resultados mostraram que todas as bactérias isoladas eram resistentes ao metronidazol e à amoxicilina. A Klebsiella pneumoniae apresentou foi integralmente reistente ao trimetoprim-sulfametoxazol e a maioria das estirpes de Salmonella-Shigella (69,8%) foi susceptível à tetraciclina. A avaliação de riscos, baseada numa simulação de Monte Carlo com 10.000 interações, indicou que a probabilidade de infecção ao consumir vegetais irrigados com águas residuais variava entre $5{,}14 \times 10^{-2}$ e $9{,}79 \times 10^{-1}$ por pessoa por ano. Estes valores ultrapassam o limite máximo de risco de doenças estabelecido pela OMS, com Zagyuri a destacar-se como a região com o maior risco de contaminação e doenças associadas. Por outro lado, estudos (escassos) em outras partes do mundo concluem que os micropoluentes emergentes, especificamente de origem fármaca, na sua maioria não são capturados nos processos de tratamento de esgoto convencional, originando um ciclo de contaminação (água bruta-água tratada-água residual). Adicionalmente, há estudos indicam que a exposição a micropoluentes pode potencialmente causar doenças doenças como câncer de mama, câncer de testículo e infertilidade masculina e outros tipos de distúrbios, incluindo neorológicos. Numa altura em que o País regista a realização de investimentos estratégicos na construção e reabilitação de infra-estruturas de tratamento de águas residuais e/ou de lamas fecais em Moçambique, a utilização dos resultados dessa pesquisa poderá apoiar e orientar todo o processo de introdução à esta temática no sector.

Keywords: Águas residuais, antibióticos, bactérias resistentes a antibióticos e avaliação de risco

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

172

AVALIAÇÃO DOS DADOS QUANTITATIVOS DO INE SOBRE ACESSO AO ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL

Ricardo AMÓS

Autoridade Reguladora de Água – AURA, IP; Maputo; Moçambique; ricardo.amos69@gmail.com;

RESUMO

Pretende se com esta apresentação contribuir para uma reflexão sobre a necessidade de melhorar a aferição e quantificação dos dados sobre o acesso ao abastecimento de água potável reportados sobre o pais pelo Instituto Nacional de Estatística (INE).

O acesso ao serviço do abastecimento de água é um dos indicadores fundamentais quando se avaliar a materialização da acção do Governo de promover a boa governação, em especial o papel para a manutenção da estabilidade social.

A monitoria do nível de alcance das metas do sector de abastecimento de água é feita pela Direcção Nacional de Abastecimento de Água (DNAAS), órgão central do Ministérios das Obras Públicas, Habitação e Recursos Hídricos (MOPHRH), tendo como fonte os dados do INE.

O interesse profissional desta apresentação é avaliar se os dados publicados pelo INE são suficientemente adequados para a monitoria e avaliação do acesso ao serviço do abastecimento de água no país.

O entendimento empírico é que a informação sobre o acesso ao abastecimento de água publicada pela DNAAS nos relatórios anuais, baseados em dados do INE, está inflacionada e, portanto, não é adequada para servir como fonte de avaliação do desempenho do sector. Esta percepção decorre do facto desta informação somar toda a população com água, independentemente da fonte, se é segura, sustentável ou fonte não segura.

Assim, o objectivo e apresentar a análise feita aos dados quantitativos do Instituto Nacional de Estatística (INE) sobre o acesso ao abastecimento de água, avaliar a sua credibilidade e propor estratégia para melhor estratificação dos dados de água potável.

Palavras chave – dados quantitativos, INE, acesso ao abastecimento de água

174

PLANEAMENTO ESTRATÉGICO DE WASH PARA ZONAS DE RISCO DE CÓLERA: PILOTO DA FERRAMENTA DE CUSTEIO DE WASH PARA CÓLERA EM DOIS DISTRITOS DE MOÇAMBIQUE

Jean Christophe BARBICHE[1], Lenay Alexandra BLASON[2], Ryan SCHWEITZER[3], Kwanayi MEKI[4], Koenraad VANCRAEYNEST[5]

1 Fundo das Nações Unidas para a Infância. (UNICEF), Maputo, Mozambique, jbarbiche@unicef.org
2 Fundo das Nações Unidas para a Infância. (UNICEF), Maputo, Mozambique, lablason@unicef.org
3 Centros de Controle e Prevenção de Doenças (CDC), Atlanta, United States of America, qxs0@cdc.gov
4 Fundo das Nações Unidas para a Infância. (UNICEF), Maputo, Mozambique, kmeki@unicef.org
5 Fundo das Nações Unidas para a Infância. (UNICEF), Maputo, Mozambique, kvancraeynest@unicef.org

RESUMO

Uma das principais formas de prevenir a cólera é melhorar os serviços de agua, saneamento e higiene (WASH) nas áreas regularmente afetadas por surtos. Em Moçambique, o governo realiza regularmente mapeamentos de zonas de risco de cólera, identificando e priorizando estas zonas para intervenções multissetoriais. Por exemplo, no mapeamento de 2023, 41 distritos foram identificados como prioritários. No entanto, um 'distrito' em Moçambique é uma área geográfica muito extensa, que abriga entre 150.000 a 500.000 pessoas e inúmeras comunidades com diferentes níveis de acesso e qualidade aos serviços de WASH. Considerando o financiamento limitado disponível para o sector de WASH, uma priorização geográfica mais precisa é crucial para ter um impacto significativo na prevenção da cólera. Esta necessidade de mapeamento detalhado é dificultada pela falta de dados epidemiológicos e de serviços de WASH a nível administrativo inferior.

Para resolver este problema, a UNICEF, em colaboração com a Direção Nacional de Abastecimento de Água e Saneamento (DNAAS), o Ministério da Saúde (MISAU) e os Centros para o Controle e Prevenção de Doenças (CDC), pilotou uma nova abordagem chamada Ferramenta de Custeio de WASH. Este piloto ocorreu entre maio e julho de 2024 em dois distritos: um distrito urbano (Nampula na província de Nampula) e um distrito rural (Angonia na província de Tete).

Os principais objetivos da abordagem incluem:

- Reduzir o risco de futuros surtos de cólera nos distritos de risco em Moçambique.
- Desenvolver um plano operacional de WASH baseado em estimativas de custos para diferentes cenários de melhoria dos níveis de serviço de WASH em áreas propensas à cólera.

A metodologia pode ser resumida da seguinte forma:

1. Identificar micro-zonas de risco de cólera a nível de 'admin5' (correspondente aos 'povoados' nas áreas rurais e à 'Unidade Comunal' nas áreas urbanas) através da coleta de dados epidemiológicos qualitativos por meio de entrevistas com informantes-chave a nível local e cruzamento com os dados epidemiológicos quantitativos disponíveis.
2. Coletar e analisar dados secundários e primários de WASH nas micro-zonas de risco identificadas (por exemplo, número de bombas manuais, cobertura de sistemas de água, cobertura de saneamento, nível de uso de água superficial como principais fontes de água, comportamentos de prevenção da cólera). Isto inclui análise de dados de sensoriamento remoto, entrevistas com informantes-chave, inquéritos domiciliares e inspeções sanitárias dos pontos de água. A abordagem visa mapear áreas onde o acesso a WASH é provavelmente menor e, portanto, apresentam maior risco se a cólera for (re)introduzida. Esta análise tem dois objetivos:

- Refinar a priorização geográfica.
- Identificar e quantificar lacunas na infraestrutura e comportamentos relacionados a WASH.

3. Propor e financiar ações imediatas e de longo prazo utilizando o custo médio das intervenções de WASH.
4. Incorporar esta informação atualizada nos planos operacionais distritais de WASH e no Plano Nacional de Eliminação da Cólera.

Palavras Chave – Cholera, serviços WASH, mapeamento estratégico, custeio WASH

178

URBANIZAÇÃO, CHEIAS E INUNDAÇÕES URBANAS: DESAFIOS ADICIONAS PARA O SANEAMENTO URBANO NA CIDADE DE QUELIMANE

Hortêncio Sunde Manuel LOPES[1]

[1] *Hortêncio Sunde Manuel Lopes: Mestre em Sociologia Rural e Gestão de Desenvolvimento, pela Universidade Eduardo Mondlane. Áreas de interesse de investigação: Desenvolvimento rural e sustentável, política e economia ambiental. Contacto: +258 875012966, Email – hortenco.lopes5@gmail.com*

RESUMO

Nesta reflexão procura-se trazer uma abordagem compreensiva dos desafios de saneamento urbano na cidade de Quelimane, destacando sobretudo, as preocupações relacionadas com o saneamento precário e seus impactos na saúde das comunidades locais. Pretende analisar como a urbanização desordenada influencia no saneamento do meio, tomando em conta a ocorrência frequente de fenómenos naturais como chuvas ciclones, ventos tropicais, cheias e inundações que degradam o meio ambiente. A justificativa para esta reflexão reside na importância do saneamento básico para a prevenção de doenças e na necessidade de compreender as condições de vida nas comunidades periféricas que frequentemente são negligenciadas em termos de serviços públicos. Por outro lado, pretende perceber como as autoridades municipais enquadram esta problemática nas prioridades de governação municipal. Assim como pretende analisar a relação entre o saneamento do meio nos bairros periféricos da cidade de Quelimane e sua influência na saúde pública. Quanto aos métodos a utilizar o artigo irá privilegiar a leitura bibliográfica, entrevistas a 100 moradores e principais stakeholders que directa ou indiretcamente lidam com questões de saneamento, sem descurar uma visita documental e análise do Projecto de Saneamento Urbano financiado pelo Banco Mundial, em implementação na cidade de Quelimane. A selecção dos participantes da pesquisa será feita por meio de uma escolha aleatória simples, incidindo nas pessoas com idade acima de 18 anos, residentes nos bairros Torone, Manhaua e Incidua, que são bairros críticos no saneamento. Entre a documentação a consultar destaque irá para artigos científicos publicados em revistas científicas, artigos de internet, teses de mestrado e doutoramento, relatórios científicos, leis e regulamentos nacionais. Os dados a analisar irão incluir a obtenção de percepções e realidades locais do saneamento urbano, a rede de esgoto existente ou a ser construída, a capacidade municipal de gestão dos serviços de saneamento e impactos das acções que o Município desenvolve na saúde pública e de bem-estar. Finalmente, o estudo parte com a hipótese de que o deficiente saneamento do meio na cidade de Quelimane, poe em risco a saúde publica e a qualidade de vida dos munícipes.

Palavras-chave: Saneamento urbano, Saúde publica, Qualidade de vida nas periferias

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

186

REFORÇO DOS SISTEMAS PARA A PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS RURAIS RESILIENTES DE ÁGUA, SANEAMENTO E HIGIENE EM MOÇAMBIQUE

Teresa Miguel, Abilio CUAMBA

PRONASAR

RESUMO

O Governo de Moçambique tem vindo a implementar o Programa Nacional de Água e Saneamento Rural (PRONASAR) há mais de dez anos. Através do PRONASAR, o Governo tem estado a reforçar os sistemas de prestação de serviços de água, saneamento e higiene (ASH) rural resilientes ao clima. O Governo realizou uma investigação no terreno para desenvolver estratégias práticas que os vários actores podem adotar para aumentar a resiliência dos serviços do sector de ASH, tendo em conta os impactos das alterações climáticas em Moçambique. A investigação demonstrou a diversidade de como os eventos extremos das alterações climáticas estão a afetar o sector de ASH em Moçambique e foram identificadas várias lacunas políticas, entre as quais a falta de um quadro político abrangente quando se trata de planear o financiamento do sector da resiliência climática, um maior investimento em iniciativas de base comunitária e mais trabalho no apoio à resiliência das infra-estruturas a nível comunitário. O programa PRONASAR estabeleceu um processo prático para avaliar a resiliência dos serviços ASH existentes e definiu medidas para aumentar a resiliência dos serviços ASH rurais.

Esboço da apresentação:

- Como é que os serviços de ASH são afectados pelos eventos extremos das alterações climáticas em Moçambique.
- Que medidas práticas podem os governos tomar no sentido de reforçar os sistemas para garantir que os serviços ASH existentes sejam resistentes ao clima
- Que medidas práticas podem os governos tomar no sentido de reforçar os sistemas para garantir que os serviços de ASH contratados pelo governo sejam resistentes ao clima.

188

APLICAÇÃO DE VALVULAS REDUTORAS DE PRESSÃO (VRP) PARA REDUÇÃO DE PERDAS FÍSICAS – CASO DE ESTUDO DE CAMPOANE (MAPUTO – MOÇAMBIQUE)

Joaquim BIÉ[1], Abel NHANALE[2], Eduardo RODRIGUES[3] @

@ Autor correspondente: jbie@adrmm.co.mz
1 Águas da Região Metropolitana de Maputo (AdRMM), Av. Ed. Mondlhane nº1352, Maputo, Moçambique
2 Águas da Região Metropolitana de Maputo (AdRMM), Av. Ed. Mondlhane nº1352, Maputo, Moçambique
3 ÁguaSistemas, Via Jean Piaget, 356 – Vila Nova de Gaia, Portugal

RESUMO

As perdas físicas num setor de abastecimento de água devem-se principalmente a factores como pressões elevadas, grandes variações de pressões, deficiência de materiais e mão-de obra empregada. Este resumo tem como objectivo apresentar um caso real em desenvolvimento na ZMC de Campoane – Sistema de Maputo, que visa a instalação de Válvulas Redutoras de Pressão (VRP), de forma a diminuir as perdas físicas no sistema de abastecimento de água na empresa Águas da Região metropolitana de Maputo (AdrMM). Este projeto engloba-se no PAIRP (Programa Acelerado e Integrado de Redução de Perdas), que já permitiu à empresa, desde a sua implementação (2019) uma redução de 13% no volume de Água Não Faturada (ANF).

A ZMC de Campoane localiza-se no município de Matola Rio, na Unidade de Negocia de Matola Rio, recebendo água a partir do OFF-take ligado longo da conduta adutora DN1000 que parte da ETA do Umbeluzi. O volume médio mensal distribuído na ZMC é de 141 758 m³/mês e um volume médio mensal facturado de 76 000 m³/mês, quanto ao índice de perdas de água a ZMC apresenta uma média mensal de 46%. Segundo o estudo realizado na empresa pela equipe do PAIRP, mostra que cerca de 50% dessas perdas corresponde as predas físicas na ZMC. A existência dessas perdas está associada a pressões elevadas na rede de distribuição - na ordem de 4.0Bar´s, contribuindo para a existência de elevado índice de fugas.

As válvulas redutoras de pressão (VRP), como equipamentos dissipadores de energia, são utilizadas nos sistemas hidráulicos (abastecimento) como forma de uniformizar e controlar as pressões, originando uma perda de carga localizada. Estas válvulas controlam e estabilizam a pressão a jusante, independentemente das variações de caudal e pressão a montante. Estas válvulas podem ser controladas hidráulica ou eletronicamente e permitem uma gestão mais eficiente dos níveis de serviço pretendidos.

Com a implementação de gestão de pressão, através da instalação da VRP, espera-se na rede da ZMC de Campoane, espera-se uma redução do nível de perdas atuais de 46% para 23%, o que irá aumentar a eficiência operacional e a sustentabilidade do sistema. Por outro lado, estima-se uma redução significativa do número de roturas e fugas, o que implica também uma redução do número de reparações, cortes no abastecimento e material, permitindo uma maior longevidade das infraestruturas hidráulicas.

Palavras Chave – Perdas de água, eficiência hídrica, VRP, gestão de pressões.

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

191

URBANIZAÇÃO, CHEIAS E INUNDAÇÕES URBANAS: COMO CONSTRUIR RESILIÊNCIA NA CIDADE DE TETE

Anita Novidade Magumisse FILIPE

Licenciada em Administração Pública, pela Universidade Eduardo Mondlane. Coordenadora da Unidade Técnica Municipal do Projeto de Saneamento Urbano em Tete. Focal Point da Let's do It na Cidade de Tete. Contacto: 843202947/873202940, a_filipe2006@yahoo.com.br

RESUMO

Nos últimos anos, Moçambique no geral e a Cidade de Tete em particular tem enfrentado ciclicamente fortes chuvas, cheias e inundações que devastam áreas habitacionais, agrícolas e industriais, causando sérios danos, afetando a vida de milhares de munícipes forçando nalgumas situações a pautar por reassentamentos. Na Cidade de Tete, os danos materiais passam por perda de casas, colheitas nas machambas e infraestruturas, a mais grave em 2022 com a queda da Ponte Revúbuè, criando constrangimentos na transitabilidade de pessoas e bens entre as Cidades de Tete e Moatize, criando também nalguns Bairros situações de eclosão de doenças de origem hídricas como a malária e a cólera, dificuldades no acesso a água potável, serviços básicos de saúde e educação. No artigo sugerem-se ações a serem levadas a cabo pelas autoridades e comunidades, a curto, médio e longo prazo para minimizar impactos financeiros, sociais e melhorar a situação.

193

REPRESAS DE AREIA: UMA ALTERNATIVA DE ARMAZENAMENTO DE ÁGUA PARA AS REGIÕES SEMI-ÁRIDAS E ARIDAS

Francisco MACARINGUE

fmacaringue@gmail.com
Mocambique

RESUMO

A variabilidade temporal e espacial da precipitação tem afetado a disponibilidade de água no tempo e no espaço, situação essa agravada pelas mudanças climáticas. Está situação obriga a que se crie condições de armazenamento de água no tempo húmido para satisfazer as demandas de água no tempo seco. Essas condições de armazenamento são asseguradas através de construção de infra-estruturas de armazenamento de água. Contudo, em regiões onde a evaporação tem superado a prescipitação a construção de represas (barragens com altura não superior aos 6 metros) convencionais ou a céu aberto, principalmente em rios efémeros, tem trazido poucos ganhos na medida em que grande parte da água armazenada evapora. Para além de que pequenas represas convencionais em rios com elevado caudal solido sofrem assoreamento numa ou em duas épocas chuvosas. Assim, experimentos realizados em rios efemeros, com alta capacidade de transporte de sedimentos na província de Tete, mostram que de facto é possível armazenar água por mais tempo através de construção de represas de areia, ou sejá represas que permitem o armazenamento de sedimentos grosseiros e água nos seus interstícios, o que levanos a recomendar a sua massificação em zonas com caracteristicas ideais para sua implementação.

Palavras-chave: Represas de Areia; Armazenamento de Água; Infraestruturas Hidráulicas

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

195

RECURSO HÍDRICOS E A PRODUÇÃO DE ENERGIA (PROVÍNCIA DE NAMPULA - MOÇAMBIQUE)

E. GOVATE, F. MALALA, C. OMAR

Departamento Obras Hidráulicas e Manutenção da Administração Regional de Águas do Norte, Instituto Público Email: aranorte.ip@gov.co.mz

RESUMO

Moçambique é um país de jusante, rico de diferentes caraterísticas morfológicas dos rios, e que são na sua maioria os maiores transportadores dos recursos hídricos do país. Para o presente tema, o objectivo geral é de trazer a possibilidade de uso de rios que se encontram em zonas altamente acidentadas para a geração de energia, como o caso particular de estudo o Rio Lúrio. Sendo que a sua bacia possui uma topografia com existência de montes dispersos com altitudes entre 1500 a 2400 m, uma zona de Meso planície com cotas entre 1000 e 1500 m, e uma planície baixa, abaixo dos 200 m, que vai até ao mar. Em grande parte do resto da bacia a precipitação média anual é de ordem dos 1000/1200 mm, ocorrendo os maiores valores em parte do Gurué e Malema e, nas cabeceiras a Norte (distritos de Maua e Nipepe). Segundo o estudo que resulta no Plano Estratégico da Bacia do Lúrio, demostra que a produção total de hidro energia pode atingir 6,000 GWh, mas apenas 50% deste valor pode ser garantido em 95% do tempo.

O tema aborda a importância da combinação entre a produção de energia elétrica por meio de usinas hidroelétricas com a extrema contribuição dos rios, consequentemente com a construção de Infraestruturas hídricas em determinados trechos em que o rio tenha capacidade hídrica e de relevo que garanta abrigar as usinas hidroelétricas que favorecem a implantação das tomas de aguas.

Com a produção de energia e o desenvolvimento da agricultura, irá contribuir para a melhoria ao acesso à agua e energia, e também contribuir para o alcance das metas dos Objectivos de Desenvolvimento.

Palavras-chave: Recurso hídricos Disponível, Infra-estruturas hídricas, Produção de energia

197

REFORÇO DOS SISTEMAS PARA A PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS RURAIS RESILIENTES DE ÁGUA, SANEAMENTO E HIGIENE EM MOÇAMBIQUE

Teresa MIGUEL, Abilio CUAMBA

PRONASAR

RESUMO

O Governo de Moçambique tem vindo a implementar o Programa Nacional de Água e Saneamento Rural (PRONASAR) há mais de dez anos. Através do PRONASAR, o Governo tem estado a reforçar os sistemas de prestação de serviços de água, saneamento e higiene (ASH) rural resilientes ao clima. O Governo realizou uma investigação no terreno para desenvolver estratégias práticas que os vários actores podem adotar para aumentar a resiliência dos serviços do sector de ASH, tendo em conta os impactos das alterações climáticas em Moçambique. A investigação demonstrou a diversidade de como os eventos extremos das alterações climáticas estão a afetar o sector de ASH em Moçambique e foram identificadas várias lacunas políticas, entre as quais a falta de um quadro político abrangente quando se trata de planear o financiamento do sector da resiliência climática, um maior investimento em iniciativas de base comunitária e mais trabalho no apoio à resiliência das infra-estruturas a nível comunitário. O programa PRONASAR estabeleceu um processo prático para avaliar a resiliência dos serviços ASH existentes e definiu medidas para aumentar a resiliência dos serviços ASH rurais.

Esboço da apresentação:

- Como é que os serviços de ASH são afectados pelos eventos extremos das alterações climáticas em Moçambique.
- Que medidas práticas podem os governos tomar no sentido de reforçar os sistemas para garantir que os serviços ASH existentes sejam resistentes ao clima
- Que medidas práticas podem os governos tomar no sentido de reforçar os sistemas para garantir que os serviços de ASH contratados pelo governo sejam resistentes ao clima.

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

201

PLANO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS DE MOCAMBIQUE (DESAFIOS E PERSPECTIVAS)

Egídio GOVATE

Direcção Nacional de Gestão de Recursos Hídricos
Ministério das Obras Públicas, Habitação e Recursos Hídricos de Moçambique
egovate@dngrh/.gov.mz; egovate@gmail.com

RESUMO

Os recursos hídricos de Moçambique são um importante património nacional. Em comparação com muitos dos seus vizinhos da África Austral, parece estar melhor posicionado em recursos hídricos. No entanto, a distribuição espacial é muito desigual, onde cerca 50% dos fluxos de água disponíveis estão localizados na bacia do Zambeze que compreende apenas 20% do território nacional.

Moçambique apresenta variações sazonais e regionais substanciais na disponibilidade de água. Estima-se que o país venha a ter um défice de água nas regiões Centro e Sul e algumas partes da região Norte. Os estudos mostram que apenas 12.9% do escoamento total de 227.6 biliões de m^3) é útil. Estima-se ainda que o défice de água alcance 1.3 biliões de m^3 em 2040, isto é, três vezes maior que a demanda actual, pelo que são necessárias medidas agressivas para criação de resiliência climática.

O Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) documento orientador para implementação de politicas nacionais no domínio de recursos hídricos foi formulado para 35 de um total de 104 bacias hidrográficas em Moçambique, sendo 13 principais e 22 pequenas bacias, cobrindo um total de 83% do território Nacional.

A Análise do Risco de Cheias (ARC) em termos meteorológicos, hidrológicos, socio-económicos, vulnerabilidade e de controlo de cheias, indica que Moçambique é de vulnerabilidade alta. E, para a mitigação dos seus impactos o PNRH propõe medidas de curto, medio e longos prazos nos domínio de incremento de armazenamento de água, prevenção e mitigação de desastres naturais provocados pela água, melhoria na cobertura de rede de monitoria de recursos hídricos; previsão e monitoria hidrológica e na cooperação internacional com os países com os quais Moçambique compartilha as bacias hidrográficas.

O PNRH, apresenta um plano de investimento, priorizando e categorizando os projectos identificados, estimativas de custos, breve analise da sua viabilidade económica, e apresenta o plano para a sua execução e identifica possíveis mecanismos de financiamentos.

Palavras-chave: Recursos hídricos; investimentos, planeamento de bacias hidrográficas, vulnerabilidade hídrica.

202

MODELO DO BALANÇO HÍDRICO PARA SIMULAÇÃO DA EXPLRORAÇÃO DA ALBUFEIRA DE MUNDA NHAURIRE E SUAS REGRAS DE OPERAÇÃO

Moisés Paulo MACAMBACO[1], José Rodrigues MATOLA[2]

1 Administração Regional de Águas do Centro, Instituto Público. Ministério das Obras Públicas, Habitação e Recursos Hídricos de Moçambique
Email: macambaco@gmail.com
2 Hidroeléctrica de Cahora Bassa. Email: jose.matola@hcb.co.mz

RESUMO

A operação de uma albufeira é uma actividade muito complexa devido aos múltiplos usos que devem ser geridos na sua operação. Actualmente a barragem de Muda Nhaurire é gerida pela ARA-Centro, IP, a qual uma das suas atribuições é a operação de infraestruturas hidráulicas. Assim, no seguimento dessa atribuição, surge a necessidade de regularizar a operação da albufeira de Muda Nhaurire que tem como um dos usos principais o abastecimento de água a Vila de Nhamatanda e irrigação de campos de cana-de-açúcar a jusante na zona de Lamego e Muda na província de Sofala. Devido a crescente demanda projectada para o abastecimento de água, é necessário optimizar a exploração da albufeira entre as diversas finalidades existentes. Este trabalho objectiva estabelecer a curva guia de exploração da albufeira de Muda Nhaurire e propor regras de operação óptimas, de modo a satisfazer as diferentes demandas com fiabilidades aceitáveis.

Foi desenvolvido o modelo de balanço hídrico aplicando a equação da continuidade para simular a exploração da albufeira tendo como principal contribuinte de água na albufeira os volumes correspondentes ao escoamento afluente e a precipitação e como saídas o volume evaporado na albufeira e o volume efluente, que pode ter diversas finalidades como o abastecimento. Com este modelo foram simuladas as cotas para a capacidade máxima da demanda actual e projectada de 2,7 Mm3 sem criar stress no sistema, e foram calculadas as cotas médias mensais, da série de 35 anos. Com essas cotas foram calculadas as curvas média, máxima e a mínima, sendo a curva média a que corresponde a curva guia. Nesta curva guia a exploração da albufeira deve ser feita ao longo da linha, ou acima entre a curva guia e o NPA. Sempre que estiver na zona referida satisfaz a demada sem criar stress, é uma situação normal.

Abaixo da curva, tem de haver restrições, pois, isso indica uma situação de seca. Recomenda-se reservar os meses de Abril ou Maio e Outubro para a realização de trabalhos de manutenção na barragem e o desenvolvimento do modelo de precipitação-escoamento, que servirá para a previsão dos escoamentos afluentes à albufeira tendo como input a previsão de precipitações, auxiliando na melhor gestão desta albufeira.

Palavras-chave: Balanço Hídrico; Simulação de Exploração da Albufeira; Regras de Operação; Albufeira de Muda Nhaurire.

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

203

REPRESAS DE AREIA: UMA ALTERNATIVA DE ARMAZENAMENTO DE ÁGUA PARA AS REGIÕES SEMI-ÁRIDAS E ARIDAS

Celso FAIFE

Administração Regional de Águas do Centro, Intituto Público
Ministério das Obras Públicas, Habitação e Recursos Hídricos de Moçambique
celsofaife@gmail.com

RESUMO

A variabilidade temporal e espacial da precipitação tem afetado a disponibilidade de água no tempo e no espaço, situação essa agravada pelas mudanças climáticas. Está situação obriga a que se crie condições de armazenamento de água no tempo húmido para satisfazer as demandas de água no tempo seco. Essas condições de armazenamento são asseguradas através de construção de infra-estruturas de armazenamento de água. Contudo, em regiões onde a evaporação tem superado a prescipitação a construção de represas (barragens com altura não superior aos 6 metros) convencionais ou a céu aberto, principalmente em rios efémeros, tem trazido poucos ganhos na medida em que grande parte da água armazenada evapora. Para além de que pequenas represas convencionais em rios com elevado caudal solido sofrem assoreamento numa ou em duas épocas chuvosas.

Assim, experimentos realizados em rios efemeros, com alta capacidade de transporte de sedimentos na província de Tete, mostram que de facto é possível armazenar água por mais tempo através de construção de represas de areia, ou sejá represas que permitem o armazenamento de sedimentos grosseiros e água nos seus interstícios, o que levanos a recomendar a sua massificação em zonas com caracteristicas ideais para sua implementação.

Palavras-chave: Represas de Areia; Armazenamento de Água; Infraestruturas Hidráulicas.

205

GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DA REGIÃO SUL DE MOÇAMBIQUE E TRANSFRONTEIRIÇOS

Leonel BILA

leobila.bila@gmail.com
Administração Regional de Águas do Sul, Instituto Público (ARA-Sul, IP), Av. Samora Machel nº 30, Cidade de Maputo, Moçambique

RESUMO

A Gestão de Recursos Hídricos nas Bacias da Região Sul de Moçambique e Transfronteiriços é o processo de planificação, desenvolvimento, distribuição e gestão do uso dos recursos hídricos de forma sustentável, equitativa e crucial para a administração sustentável de bacias hidrográficas que atravessam fronteiras nacionais. Envolve uma abordagem integrada que considera a demanda da água, a disponibilidade, a qualidade e ao impactos ambientais, sociais e económicos. Os principais desafios são os conflitos de interesse, diferenças legais e institucionais, implementação de estratégias de colaboração, e a necessidade de cooperação. Para enfrentar esses desafios, são necessárias estratégias como acordos internacionais, colaboração das instituições de gestão conjunta, planificação integrado e participação das partes interessadas.

Palavras Chave – Recursos Hídricos; Transfronteiriços; Bacia Hidrográfica; Cooperação Internacional; Sustentabilidade.

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

208

PRESERVAÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA COMO RESERVA ESTRATÉGICA PARA UM FUTURO RESILIENTE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA REGIÃO SUL DE MOÇAMBIQUE

Valter MACHATINE

Email: valtermachatine@gmail.com
Administração Regional das Águas do Sul, Instituto Público – (ARA-Sul, IP)
Web: https://www.ara-sul.gov.mz/
Av. Samora Machel 30 7º-andar – C.P.4033

RESUMO

A ARA-Sul, IP é responsável pela gestão operacional dos recursos hídricos na região sul de Moçambique, com atribuições que incluem a implementação de medidas de proteção dos recursos hídricos, gestão das bacias hidrográficas, com ênfase nos planos de ocupação do solo nas zonas de proteção e a elaboração de mapas de zoneamento do domínio hídrico. A água subterrânea é crucial para a resiliência climática, atuando como uma reserva confiável durante a escassez de água superficial, amortecendo os efeitos de variações climáticas e sendo menos vulnerável a secas repentinas. No entanto, a preservação da água subterrânea enfrenta desafios significativos, como a sobrexploração, que pode esgotar o recurso e reduzir sua capacidade de actuar como reserva estratégica. Além disso, a contaminação por poluentes e os impactos das mudanças climáticas, incluindo alterações nos padrões de precipitação e aumento da evapotranspiração, ameaçam a qualidade da água e a recarga dos aquíferos.

Para enfrentar esses desafios, além de medidas técnicas, é necessário avançar em termos de políticas e estratégias sectoriais. A nível de política, é imperativo a formulação de uma estratégia nacional específica para a proteção de aquíferos, integrando acções para promover o uso eficiente da água subterrânea e limitando a sobrexploração, especialmente em zonas vulneráveis. No plano estratégico, deve-se implementar programas de educação e sensibilização para promover práticas sustentáveis de uso da água, tanto no sector agrícola quanto urbano.

Adicionalmente, é essencial impor normas e sanções rigorosas para proteger os aquíferos. Isso pode incluir a regulamentação do número de furos perfurados em áreas críticas, estabelecimento de limites de extração de água subterrânea e a exigência de licenciamento para todos os utilizadores, com penalidades para infrações. A imposição de zonas de proteção rigorosas em áreas de recarga e o uso de tecnologias avançadas para monitoramento da extração e qualidade da água subterrânea também são medidas fundamentais para garantir a sustentabilidade dos recursos hídricos subterrâneos.

Na região sul de Moçambique, a gestão enfrenta desafios adicionais, como a intrusão salina, que compromete a qualidade da água. Superar esses obstáculos requer não apenas colaboração entre instituições do governo, sector privado e stakeholders, mas também o fortalecimento das regulamentações existentes e a sua aplicação eficaz para garantir a segurança hídrica e a resiliência às mudanças climáticas.

Palavras chave: Água Subterrânea; Resiliência Climática; Sobrexploração e Conservação de Recursos Hídricos

209

BASE DE DADOS SIRHAS UTENTES V PRIMAVERA

Cristina MAHIQUE

mahiquecristina@gmail.com
Administração Regional de Águas do Sul, Instituto Público (ARA-Sul, IP), Av. Samora Machel nº 30, Cidade de Maputo, Moçambique

RESUMO

Em 2018, a ARA-Sul, IP e a empresa Espanhola ICARTO (Innovación Cooperación Cartografia e Território) com objectivo de melhorar a gestão de Utentes da ARA-Sul, IP, desenvolveram um sistema integrado de recursos hídricos da Região Sul denominado SIRHAS-Utentes.

O SIRHAS-Utente é um aplicativo permite que todos actores dentro da ARA-Sul, IP que contribuem no processo de Cadastro e Licenciamento tenha acesso a informação em tempo real, contribuindo significativamente para melhoria no processo de gestão de utentes de agua e garante uma maior organização e celeridade no processo de cadastro e licenciamento dos usos e aproveitamento de agua.

Palavras Chave – Base de Dados, Gestão de Utentes, Licenciamento.

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

210

CONSTRUÇÃO DE PEQUENAS BARRAGENS E RESERVATÓRIOS ESCAVADOS PARA MITIGAÇÃO DOS IMPACTOS DAS SECAS E CHEIAS NA REGIÃO SUL DE MOÇAMBIQUE

Archer DETE

archervasconcelos@gmail.com
Administração Regional de Águas do Sul, Instituto Público (ARA-Sul, IP), Av. Samora Machel nº 30, Cidade de Maputo, Moçambique

RESUMO

Devido à sua localização, Moçambique tem sido assolado frequentemente pelos eventos extremos climáticos, nomeadamente ciclones, cheias, secas e tempestades. Nos últimos anos a frequência e a magnitude desses eventos tem aumentado significativamente, causando vítimas humanas e destruindo infraestruturas socioeconómicas. Este impacto tem contribuído para o retrocesso dos programas de desenvolvimento, entre outros impactos negativos.

Um dos desafios em termos de infraestruturas hidráulicas face à variabilidade espacial e temporal da precipitação em Moçambique é a limitada capacidade de armazenamento da água (ex. barragens e pequenas barragens).

Como forma de prevenir a situações de seca, é importante apostar em técnicas de captação de água das chuvas tais como construção de pequenas barragens e reservatórios escavados para o aproveitamento das linhas de águas.

Neste tema irá se fazer descrição geral do clima da região sul, a disponibilidade de água, as grandes e pequenas barragens existentes na região sul, os impactos das pequenas barragens, técnicas de construção de pequenas barragens e reservatórios escavados assim como o programa de massificação da construção de pequenas barragens.

Palavra chave - Pequenas Barragens; Reservatórios Escavados; Mitigação de Secas; Região Sul de Moçambique; Infraestrutura Hídrica; Armazenamento de Água; Adaptação Climática

211

GESTÃO DE DIQUES DE PROTECÇÃO CONTRA CHEIAS E INUNDAÇÕES NA REGIÃO SUL DE MOÇAMBIQUE USANDO PLATAFORMAS DIGITAIS

Yannick BEETE

beeteyannick5@gmail.com
Administração Regional de Águas do Sul, Instituto Público (ARA-Sul, IP), Av. Samora Machel nº 30, Cidade de Maputo, Moçambique

RESUMO

Em Moçambique apesar de a disponibilidade de recursos hídricos caracterizar-se de boa, além dos desequilíbrios espaciais ou regionais que resultam em abundância para algumas regiões e quase "stress" para outras, a maior parte dos escoamentos dos cursos de água ocorre durante a época chuvosa que decorre normalmente de Outubro a Março e muitas vezes em forma de cheias. Foram construídos na região Sul de Moçambique diques fluviais para fazer face ao impacto das cheias, nomeadamente, os diques do Limpopo, Incomáti, diques da bacia do Maputo e outros sistemas de diques privados.

O presente tema irá abordar os diques existentes da região, o seu estado de conservação, planos de manutenção e ferramentas de gestão dos diques.

Palavras chave - Diques, cheias, inundações, recurso hídricos, Moçambique.

16.º SIMPÓSIO DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS DOS PAÍSES DE LÍNGUA PORTUGUESA

3

FENÔMENOS HIDRÓLOGICOS E DE EROSÕES EXTREMAS ANALISADOS NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS MEIA PONTE E DE LICUNGO (BRASIL E MOÇAMBIQUE)

Edson Subtil da COSTA[1], Nilson Clementino FERREIRA[1]

Autor correspondente: edsonsubtil921@gmail.com
1 Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, Brasil

RESUMO

A região centro-oeste do Brasil e a província da Zambézia, em Moçambique, compartilham a presença de importantes rios em suas paisagens, como o rio Meia Ponte e o rio Licungo, essenciais para as comunidades locais. Tanto o rio Meia Ponte quanto o rio Licungo atualmente são afetados por vários problemas ambientais, especialmente com os problemas relacionados aos processos erosivos em suas bacias hidrográficas, resultado de atividades antropogénicas. Objetivo: O presente estudo tem como objetivo analisar os fenômenos hidrológicos e as erosões extremas nas bacias hidrográficas do rio Meia Ponte, no Brasil, e do rio Licungo, em Moçambique. Busca-se destacar as influências das atividades humanas e dos eventos climáticos extremos nessas regiões e identificar estratégias para fortalecer a resiliência das comunidades locais diante dos desafios ambientais enfrentados. Metodologia: Para atingir esse objetivo, foi realizada uma revisão da literatura existente sobre as características hidrológicas e os processos erosivos nas bacias do Rio Meia Ponte e do Rio Licungo. Foram analisados estudos, relatórios e documentos que abordam a situação atual dessas regiões, assim como os impactos das atividades humanas e dos eventos climáticos extremos sobre os recursos hídricos locais. Conclusão: A análise dos fenômenos hidrológicos e erosivos nas bacias hidrográficas do rio Meia Ponte e do rio Licungo revela a complexidade e os desafios enfrentados por essas regiões em relação à gestão dos recursos hídricos e à preservação do meio ambiente. A influência das atividades humanas, aliada aos eventos climáticos extremos, tem impactado significativamente a qualidade e disponibilidade da água, bem como a estabilidade das margens dos rios. No entanto, estratégias de mitigação e adaptação podem contribuir para fortalecer a resiliência das comunidades locais e promover uma gestão mais eficaz e sustentável dos recursos hídricos nessas regiões distintas. Essas medidas incluem a implementação de práticas agrícolas sustentáveis, o reflorestamento de áreas degradadas, a conscientização pública e o fortalecimento da infraestrutura de proteção contra eventos extremos.

Palavras-Chave: Erosão extrema, Bacia hidrográfica, Fenômenos hidrológicos.

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

25

GESTÃO PARTICIPATIVA COM O ENVOLVIMENTO DAS COMUNIDADES NA RESTAURAÇÃO DO ECOSSISTEMA DE MANGAL, NA PROVÍNCIA DE NAMPULA

Sónia Ricardo MUANDO[1 @], Olímpio Jacinto VALENTIM[2]

@ Autora correspondente: soniamuando@yahoo.com
1 Mestre em Biologia Aquática e Ecossistemas Costeiros, Gabinete de Salvaguardas Sociais e Ambientais (GSSA), Ministério do Mar, Águas Interiores e Pescas (MIMAIP), Maputo, Moçambique.
2 Licenciado em Ciências Biológicas, Instituto Oceanográfico de Moçambique (InOM), Angoche, Moçambique.

RESUMO

A gestão comunitária do ecossistema de mangal na Província de Nampula, Moçambique, foi implementada no contexto da Estratégia de Gestão do Mangal 2020-2024 e do Programa Nacional de Restauração do Mangal de 2021 a 2023, com o apoio do Projecto de Resiliência Rural do Norte de Moçambique (MozNorte). Envolveu a realização de um mapeamento de áreas degradadas de mangal com a inclusão e participação activa das comunidades locais para assegurar a restauração e gestão sustentável dessas áreas, além da sensibilização e educação ambiental para aumentar a resiliência dos ecossistemas, comunidades costeiras e pesqueiras locais.

O estudo avalia a eficácia da gestão participativa na restauração de áreas degradadas de mangal; documenta os resultados do Programa Nacional de Restauração do Mangal; analisa o impacto da educação ambiental, e do engajamento comunitário nas práticas ambientais, através de consultas comunitárias, criação de Clubes Ambientais nas escolas locais e, do desenvolvimento e divulgação do "Guião de Técnicas Básicas de Restauração de Mangal, 2023", nos distritos costeiros de Nampula.

A colaboração comunitária fortaleceu significativamente as iniciativas locais de restauração e gestão sustentável do mangal. A implementação do Projecto MozNorte consolidou os esforços de restauração ambiental e envolvimento comunitário, alcançando-se as metas de restauração por meio de plantio de mudas de mangal, e a conscientização ambiental sobre a importância da protecção do ecossistema de mangal e o seu papel crucial na protecção costeira, biodiversidade e mitigação das mudanças climáticas. A criação de Clubes Ambientais nas escolas locais demonstrou-se eficaz, na promoção da literacia ambiental e na sensibilização sobre a importância da conservação do mangal. O estudo destaca a importância da inclusão, participação e engajamento comunitário na restauração e preservação dos ecossistemas marinhos e costeiros, e na sustentabilidade ambiental a médio e longo prazo.

Palavras chave: estratégia de gestão do mangal, envolvimento comunitário, educação ambiental, gestão participativa, restauração do mangal, Norte de Moçambique.

27

AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE DA CIDADE DA MAXIXE, FACE A EROSÃO COSTEIRA E ELEVAÇÃO DO NÍVEL DAS ÁGUAS DO MAR

Carmindo MBANGUINE[1], Sérgio UILISSONE[2]

1 Universidade Eduardo Mondlane, Cidade da Maxixe, Moçambique (carmindo.mbanguine@gmail.com)
2 Universidade Eduardo Mondlane, Cidade de Maputo, Moçambique(chizianejose0@gmail.com)

RESUMO

A vulnerabilidade da Cidade da Maxixe à erosão costeira e elevação do nível do mar é uma preocupação crucial, com implicações diretas para os bairros costeiros onde aproximadamente 230 famílias residem em áreas de baixa altitude, destacando os bairros mais propensos como: Tinga-Tinga, Chambone A, Rumbana, Nhamaxaxa e Mabil, enfrentam condições sociais precárias e estão expostos a impactos adversos crescentes devido à açcão humana e às mudanças climáticas globais.

A elevação do nível do mar, exacerbada pelo aquecimento global, está aumentando a vulnerabilidade dessas comunidades, ameaçando não apenas infra-estruturas críticas e modos de vida, mas também a saúde dos residentes. Acções inadequadas de adaptação e mitigação podem resultar em consequências desastrosas, exacerbando a precariedade socioeconómica e colocando em risco ecossistemas costeiros frágeis, como os recifes de coral.

Para enfrentar esses desafios iminentes, é primordial implementar medidas urgentes de adaptação e mitigação. Isso inclui a preservação de ambientes frágeis, a gestão sustentável dos ecossistemas costeiros e a promoção de estratégias de desenvolvimento urbano que levem em conta os riscos crescentes associados à erosão costeira e à elevação do nível do mar.

É fundamental reconhecer que a população exposta a esses riscos está crescendo devido ao aumento populacional, ao desenvolvimento económico e à urbanização, tornando ainda mais urgente a necessidade de acções coordenadas e sustentáveis para proteger a cidade e seus habitantes no futuro próximo, caso não haja intervenções, espera se consequências desastrosas.

Palavras chave: Erosão Costeira, vulnerabilidade e elevação das águas do Mar.

28

GESTÃO COSTEIRA INTEGRADA: UM ESTUDO DE CASO PARA O MUNICÍPIO DE MAGÉ – RJ

Caíque Marchon da Costa ROCHA[1]

@ Caíque Marchon da Costa Rocha: caique.oceanografia@gmail.com
1 Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ, Rio de Janeiro, Brasil

RESUMO

O litoral Brasileiro chama a atenção pelo seu extenso território e elevada densidade demográfica, que é responsável por abrigar 26% da população nacional, onde as pessoas buscam qualidade de vida. Entretando, nem todas as praias do país são capazes de entregar um ambiente equilibrado, capaz de proporcionar a qualidade de vida para sua população. A falta de integração entre as legislações nacionais/estaduais/municipais faz com que o Gerenciamento Costeiro integrado, no intuito de construir um ambiente ideal para os usuários da Zona Costeira, se torne um dos maiores desafios existentes atualmente. O aumento na densidade demográfica, as mudanças climáticas e a degradação das bacias hidrográficas ocasionam uma série de impactos e conflitos sobre usos e a qualidade deste ecossistema. Uma das formas encontradas para enfrentar esta problemática é a descentralização das políticas públicas, pois assim confere as unidades territoriais de menor tamanho, como o município de Magé, a capacidade de decisão e autonomia de gestão sobre seu território. Porém, este se torna mais um desafio, seja por falta de verbas necessárias para a elaboração de políticas públicas e planos eficientes, tal como a falta de interesse dos responsáveis em construir uma política ambiental que propicie qualidade de vida para a população. Todavia, além das políticas individuais, há a necessidade de construir políticas públicas que estejam integradas, como é o caso do Plano Municipal de Recursos Hídricos e Plano Municipal de Gerenciamento Costeiro, que é definido pelo Plano Diretor da cidade de Magé como uma das metas a serem cumpridas desde 2016, mas até hoje não houve esforços para a construção destes planos. Assim, este trabalho procura evidenciar os problemas enfrentados por municípios brasileiros, principalmente pelos municípios de baixo aporte financeiro, na construção e integração de políticas públicas na esfera municipal, e como a falta delas vem afetando o bem estar dos seus residentes.

Palavras Chave – Políticas Públicas, Gerenciamento Costeiro Integrada, Bacias Hidrográficas.

33

PRÁTICAS DE MITIGAÇÃO DOS PROBLEMAS DE EROSÃO COSTEIRA EM PORTUGAL

Carlos COELHO

ccoelho@ua.pt
RISCO e Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal

RESUMO

O planeamento e gestão das zonas costeiras em Portugal apresenta diversos desafios, destacando-se a crescente pressão sobre a linha de costa, que associada às alterações climáticas acentuam os problemas de erosão costeira. Portugal possui um dos litorais mais afetados pelo fenómeno da erosão, pois 14% da orla marítima portuguesa encontra-se protegida por estruturas. O custo das ações de mitigação tem vindo a aumentar, observandose a necessidade de estruturas mais altas, mais longas e mais robustas, para mitigar a ocorrência de galgamentos e inundações, bem como fixar a posição da linha de costa. O recurso a intervenções de alimentação de areias e reforço dos sistemas dunares também tem aumentado. A preferência por intervenções de alimentação artificial de areias, observada no passado recente, procura contribuir para satisfazer a deriva litoral e combater a falta de sedimentos no sistema costeiro. No entanto, este tipo de intervenção carece de conhecimento associado ao tempo de permanência das areias depositadas, melhores locais de deposição, bem como adequada avaliação do destino final das areias. O aumento do conhecimento sobre a costa portuguesa, envolvendo os intervenientes nos processos de decisão, é uma tendência recente nas políticas costeiras portuguesas, verificando-se uma maior monitorização, estudo crescente de soluções alternativas, desenvolvimento de análises custo-benefício e abordagens participativas. Apesar da evolução positiva que se tem registado, as zonas costeiras portuguesas ainda enfrentam múltiplos desafios. O défice sedimentar aumenta a exposição das frentes costeiras, as alterações climáticas antecipam o problema e os custos com proteção costeira aumentam no tempo. Este trabalho propõe-se identificar e caracterizar as principais práticas atuais de intervenção de mitigação da erosão costeira e de adaptação às alterações climáticas aplicadas em Portugal. O planeamento das zonas costeiras, elaborado com horizontes de projeto de algumas dezenas de anos, deverá constituir preocupações técnicas, sociais e políticas.

Palavras Chave – obras de defesa costeira, alimentação artificial de areia, monitorização, custo-benefício, alterações climáticas.

40

PORTO DE SINES - APLICAÇÃO DO PROGRAMA OSOM+

Rui CAPITÃO[@ 1], Conceição J.E.M. FORTES[1], Rute LEMOS[1], Maria João HENRIQUES[1], Luís Gabriel SILVA[1]

@ Autor correspondente: rcapitao@lnec.pt
1 LNEC, Avenida do Brasil, 101 1600-066 Lisboa, Portugal

RESUMO

A atual metodologia de Observação Sistemática de Obras Marítimas OSOM+ foi aplicada às estruturas marítimo-portuárias do porto de Sines desde 2018 (quebra-mares oeste, de proteção do terminal de carga geral, de proteção do porto de recreio, do porto de pesca e do porto de serviços), de modo a acompanhar o seu comportamento e, se necessário, recomendar intervenções de manutenção nestas estruturas em tempo útil e oportuno (Capitão et al., 2021).

Durante as campanhas, ao longo de cada estrutura, de modo sistemático, foram capturadas fotografias em pontos georreferenciados, e preenchidos, online, formulários com as anomalias observadas. Paralelamente, foram utilizados drones e realizados levantamentos fotogramétricos que forneceram informações ainda mais detalhadas e precisas sobre a condição das estruturas.

A migração da plataforma ANOSOM para um armazenamento em nuvem, ANOSOM-WEB, baseada em SIG, permite ter agora, online, uma interface com o utilizador final intuitiva e abrangente. Esta plataforma inclui uma interface móvel que auxilia o observador durante as campanhas de observação visual, ao permitir de forma expedita o preenchimento de informações relevantes no local e também o acesso online a informação referente a cada estrutura marítima, armazenada na respetiva base de dados.

A implementação do OSOM+ nestas estruturas entre 2018 e 2023 possibilitou a avaliação dos estados atual, de evolução e de risco das estruturas do porto de Sines e, com base neste último estado, tem permitido efetuar adequado planeamento dos trabalhos de manutenção e/ou reparação nessas estruturas.

Neste trabalho, descreve-se a aplicação do programa OSOM+ às obras marítimas do porto de Sines, incluindo a apresentação de resultados de comparação entre as situações observadas em 2018, 2020, 2022 e 2023, com base nas inspeções visuais e com recurso a drone, através da apreciação crítica das fotografias georreferenciadas, ortomosaicos, nuvens de pontos, modelos numéricos de superfície e perfis.

Palavras Chave – Monitorização / Estado de Risco / Estado de Evolução/ levantamentos com drone / obras marítimas

41

NOVO PORTO DAS LAJES DAS FLORES (ILHA DAS FLORES–AÇORES) ESTUDOS EM MODELO FÍSICO

Rute LEMOS, Conceição J.E.M. FORTES@, Luís Gabriel SILVA, Rosa Emília SOARES, Rui REIS

@ Autor correspondente: jfortes@lnec.pt
LNEC, Av do Brasil, 101 1600-066 Lisboa, Portugal

RESUMO

Nesta comunicação, descrevem-se os estudos realizados em modelo físico reduzido tridimensional da Solução Proposta para a reconstrução do quebra-mar de proteção do porto das Lajes das Flores (Flores, Açores). A reconstrução prevista encontra-se inserida num conjunto de obras a realizar no porto, na sequência dos estragos decorrentes do furacão Lorenzo.

Os objetivos destes estudos foram a verificação da estabilidade hidráulica da extensão total do molhe, avaliando-se também o seu desempenho quanto aos galgamentos, às pressões no muro cortina, bem como as condições de abrigo proporcionadas pela obra a construir. Efetuou-se também comparação das condições de abrigo da Solução Proposta com as condições da Situação Atual, representativa da obra antes da passagem do furação Lorenzo.

Os perfis-tipo da Solução Proposta envolvem a adoção de um manto de proteção constituído por blocos cúbicos tipo Antifer, fabricados com betão de alta densidade com 56.8 t e 62 t.

Para que pudessem ser atingidos os objetivos pretendidos, foi construído um modelo físico tridimensional tendo por base em elementos fornecidos pela empresa projetista, sendo os ensaios realizados em 2 fases:

Fase 1 – Ensaios de agitação, estabilidade, galgamentos e pressões contemplando a Solução Proposta para o novo quebra-mar.

Fase 2 – Ensaios de agitação contemplando a Solução Atual do quebra-mar.

Os ensaios de estabilidade, galgamentos e pressões foram realizados para 3 níveis de maré, correspondentes a baixa-mar mínima, preia-mar máxima e preia-mar com sobrelevação, 2 rumos de agitação incidente E-20-N e S-30-W, às quais se associou a reprodução de 4 valores de período de pico do espetro (Tp) de 12, 16, 20 e 22 s e alturas de onda significativa (Hs) variando entre 6 e 11 m. Posteriormente, foram realizados ensaios com o rumo S-35-E. Os ensaios de agitação foram realizados apenas com o nível médio e para as condições de agitação incidente correspondentes a Tp=8, 12, 16 e 20 s, com Hs=2 e 4 m.

Palavras Chave – Lajes das Flores / Modelo físico / Estabilidade / Galgamentos / Pressões / Agitação

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

43

O PAPEL DOS DADOS LIDAR NA DELIMITAÇÃO DA RESERVA ECOLÓGICA NACIONAL EM ZONAS COSTEIRAS

Rui Pereira REIS[@], António ALVES DA SILVA

[@] Autor correspondente: rui.reis@dgterritorio.pt
Direção-Geral do Território, Rua Artilharia 1, 107, 1094-078 Lisboa, Portugal

RESUMO

Entre os principais instrumentos operativos e regulatórios do planeamento e ordenamento do território em Portugal com incidência em zonas costeiras estão os Planos Diretores Municipais e a Reserva Ecológica Nacional (REN). A REN integra três tipos de domínios: áreas de proteção do litoral, áreas relevantes para a sustentabilidade do ciclo hidrológico terrestre e áreas de prevenção de riscos naturais. Estes instrumentos operativos e regulatórios impõem restrições à ocupação do solo (por ex. de loteamento, de urbanização, de construção e ampliação, vias de comunicação, escavações e aterros, entre outras), existindo condicionamentos que dependem da delimitação da REN e da informação de base que a determina. A materialização da REN no terreno é efetuada pela delimitação, a nível municipal, das áreas correspondentes aos domínios acima referidos.

A tecnologia Lidar (Light Detection and Ranging) dá origem a uma nuvem de pontos georreferenciados, sendo estes pontos posteriormente classificados. A informação assim obtida possibilita a caraterização e delimitação de áreas respeitando as características morfológicas do terreno e, em particular, a delimitação mais detalhada e precisa dos objetos cartográficos usados na REN, permitindo, deste modo, análises mais precisas e possibilitando uma melhor aderência dos instrumentos regulatórios usados no Ordenamento do Território às realidades efetivas no terreno.

Os testes até agora efetuados permitem-nos concluir que o processamento dos dados obtidos com a tecnologia LiDAR contribui para uma melhoria substancial da delimitação dos objetos usados na REN, e, entre outras, das "Áreas de Elevado Risco de Erosão Hídrica do Solo". Este tipo de informação permite estudos com base em escalas de análise mais detalhadas, uma melhor consistência global da informação derivada e, portanto, contribui para a melhoria da qualidade global dos instrumentos operativos e regulatórios usados no planeamento e ordenamento do território e, em particular, dos objetos cartográficos usados nas delimitações de áreas da REN nas zonas costeiras.

Palavras Chave – LiDAR – Light Detection And Ranging, ordenamento e gestão do território, Reserva Ecológica Nacional, Áreas de Elevado Risco de Erosão Hídrica do Solo, planeamento de zonas costeiras.

44

UTILIZAÇÃO DE DADOS DE REANÁLISE ERA-5 NUMA REGIÃO COM ESCASSEZ DE INFORMAÇÃO: BAÍA DE NACALA, MOÇAMBIQUE

Luís Ivens PORTELA@

@ Autor correspondente: lportela@lnec.pt
LNEC, Av. do Brasil 101, 1700-066 Lisboa, Portugal

RESUMO

A baía de Nacala, na região norte de Moçambique, é um sistema costeiro semi-confinado, com características intermédias entre um ambiente marinho e um ambiente estuarino. Situa-se no início de um trecho de costa coralífero, que contrasta com a forte variabilidade do litoral arenoso situado a sul da ilha de Moçambique (Palalane et al., 2016). O acesso à baía é relativamente profundo (70 m) e o seu interior caracterizado por um reduzido dinamismo morfológico e sedimentar. Dadas as condições excecionalmente favoráveis ao aproveitamento portuário, acolhe o principal porto do norte de Moçambique. Pese embora o confinamento da baía, a região costeira de Moçambique está sujeita ao impacto de um ciclone ou tempestade tropical a cada um ou dois anos, em média (Mavume et al., 2009). No entanto, na aplicação de modelos hidrodinâmicos e morfodinâmicos ao estudo de cenários extremos, a escassez de dados representa uma limitação significativa (Portela, 2020). Neste contexto, os dados de reanálise ERA-5 (Hersbach et al., 2019) podem constituir um contributo importante. Analisando uma série de dados ERA-5 relativa a um período de 40 anos (1981-2020) ao largo da baía de Nacala, verifica-se que a velocidade do vento máxima, a pressão atmosférica mínima e a altura significativa máxima da onda coincidem com o ciclone Nadia, em 1994, enquanto que o período máximo da onda corresponde a ondulação proveniente do sul do Oceano Índico. Qualitativamente, estes resultados estão de acordo com os efeitos conhecidos do ciclone Nadia em Nacala. No entanto, quantitativamente, os valores da velocidade do vento máxima parecem subestimar os valores observados (Brundrit e Mavume, 2009). Conclui-se que os dados de reanálise ERA-5 apresentam grandes potencialidades na identificação dos processos costeiros mais relevantes em regiões afetadas por escassez de dados, mas têm ainda limitações na representação quantitativa dos eventos extremos.

Palavras Chave – hidrodinâmica, morfodinâmica, processos costeiros, eventos extremos.

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

45

MECANISMOS DE INTEGRAÇÃO DE ASPECTOS DE VULNERABILIDADE CLIMÁTICA NO PROCESSO DE ORDENAMENTO TERRITORIAL

Jéssica MUGUAMBE[1 @], Luís BUCHIR[2]

@ Autor correspondente: jydcm.mel@gmail.com
a Universidade Eduardo Mondlane, Maputo, Moçambique
b Ministério da Terra e Ambiente, Maputo, Moçambique

RESUMO

O crescimento das cidades e vilas, ao mesmo tempo que se discutem formas de reduzir os impactos negativos das mudanças climáticas, tem sido um dos principais desafios, não só para os tomadores de decisão, mas também para toda comunidade científica. São exemplos desses esforços as metas 11 e 13 de desenvolvimento sustentável e demais movimentos que se observam principalmente na proteção das zonas costeiras em áreas urbanas. É neste contexto que vários países, têm produzido projeções nacionais, usando diversos indicadores climáticos, de modo a quantificar as suas várias características, e o seu relacionamento com as questões de gestão do território. Assim sendo, e como forma de contribuir para o setor de planeamento urbano, a presente pesquisa aborda as metodologias de integração de aspectos de vulnerabilidade climática nos instrumentos de gestão territorial, tomando como caso de estudo a Cidade de Maputo. Para tal, propôs-se a criação do Índice de Integração de Aspectos de Vulnerabilidade Climática no Ordenamento Territorial (IVO), constituído por quatro componentes, nomeadamente: Aspectos Físicos, Legais, Socioeconómicos e Estruturais. Destas componentes, foram identificados indicadores que possibilitaram a recolha de dados no período de 2016 - 2022. Como resultado constatou-se que, embora os instrumentos de ordenamento territorial considerem questões de vulnerabilidade climática, a baixa capacidade institucional e o domínio da legislação vigente na elaboração e implementação de metodologias integradas, limitam a integração destes aspectos nos instrumentos de gestão territorial. Assim sendo, o estudo sugere que se faça maior investimento na capacidade técnica da área de ordenamento territorial, através de cursos e capacitações voltadas às mudanças climáticas e à redução do risco de desastres.

Palavras Chave – Ordenamento Territorial, Vulnerabilidade Climática, Metodologia de Integração.

47

FINITE ELEMENT MODELLING OF HARMONIC TIDAL LOADING ON A HETEROGENOUS COASTAL AQUIFER USING COMPLEX NUMBER THEORY

Stephen D. THOMAS[1]

stephen.thomas@ogi.co.uk
1 OGI Groundwater Specialists, City of Durham, UK

ABSTRACT

Ocean tidal loading on a coastal aquifer, results in harmonic changes in hydraulic head over distance from the coastline. For a heterogeneous aquifer that has variable properties over distance from the coastline, the behaviour of the dependent variable, hydraulic head, can be represented by a harmonic function in time (t). The amplitude of the harmonic hydraulic head will vary over distance from the effective coastal aquifer boundary, and will depend on the particular heterogeneous aquifer properties, together with the tidal loading amplitude and angular velocity of the tidal loading. To simulate the behaviour of the aquifer under harmonic tidal conditions, this paper presents the harmonic governing equations based on the groundwater continuity equation. These equations have been modified to represent the harmonic behaviour using real & imaginary complex number theory. The Finite Element Galerkin formulation combined with Green's Theorem is applied to these harmonic equations which result in two degrees of freedom per node, i.e. the harmonic change in hydraulic head, in both real (in-phase) & imaginary (out-of-phase) conditions. The harmonic finite element model can then be used to match measured hydraulic head amplitude decay at various distances from the coastline, from which aquifer properties can be back-calculated, and can complement other hydrogeological investigations, such as pump testing.

Keywords: Tidal harmonic loading on coastal aquifers, Galerkin finite element modelling.

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

52

STORMWATER ATTENUATION AND ENHANCED INFILTRATION SYSTEM IN AN URBAN ENVIRONMENT: PART II – TO MITIGATE DROUGHT AND SALINE WATER INTRUSION

Stephen D. THOMAS[1]

stephen.thomas@ogi.co.uk
1 OGI Groundwater Specialists, City of Durham, UK

RESUMO

This is the second of two papers describing a stormwater attenuation & enhanced infiltration system for an Urban Environment, specifically designed to enhance the infiltration of captured stormwater for the purpose of both mitigating drought conditions, and the reducing saline water intrusion in coastal aquifers.

The attenuation and infiltration system comprises the construction of attenuation trenches, perforated pipes with gravel surround, integrated with large numbers of drilled vertical infiltrators installed through the base of the trenches to enable stormwater infiltration to the aquifer partially saturated vadose zone.

Finite element analysis has demonstrated that the pressure head of the collected stormwater in the attenuation trenches, with the negative suction pressure within the unsaturated vadose zone, provides the differential pressure to force the water into the ground via these infiltrators. This infiltrated water is then drawn into the pore space of the partially saturated vadose zone, and eventually migrates downwards to the water table.

Finite element modelling is used to demonstrate that the enhanced infiltrated stormwater results in recharging the water table and so lifting the water table level beneath the enhanced infiltration system. Further regional horizontal finite element modelling of the groundwater behaviour demonstrates a rise in the water table level either side of the infiltration system.

Extending this modelling to the simulation of the impact of the enhanced infiltration using a contaminant transport model, demonstrates clearly that the rainwater infiltration reduces the quantity of detrimental saline water intrusion from the ocean to the aquifer.

Stormwater attenuation & enhanced infiltration systems (SAEIS) exemplify true low-carbon sustainability, and contribute to the United Nations Department of Economic and Social Affairs for Sustainable Development - Goal 6: *Ensure availability and sustainable management of water and sanitation for all.*

Keywords: Stormwater Attenuation, Enhanced Infiltration, Urban Environment, drought, saline water intrusion.

63

RUMO A UM PLANEAMENTO E GESTÃO COSTEIRA ADAPTATIVOS: CASO PORTUGUÊS E FUTUROS CASOS NOS PALOP

Sofia VALENTE@, Paulo PINHO, Fernando VELOSO-GOMES

@ sofiavalente.vl@gmail.com
Portugal

RESUMO

Nas últimas duas décadas, vários autores têm enfatizado a necessidade de um "Planeamento e Gestão Costeira Adaptativos" (Moser et al. 2012; Brown et al. 2014; Veloso-Gomes 2007; Frohlich et al. 2019, 2022; Craig et al. 2017; Creed et al. 2018; Schmidt et al. 2013, 2014). Paralelamente, a literatura sobre os métodos de Planeamento Adaptativo (PA) e Gestão Adaptativa (GA) tem aumentado significativamente, com um crescente número de artigos científicos que documentam casos em que se testaram, experimentaram, ou aplicaram estes métodos, em contextos reais ou hipotéticos, ou que estudaram melhorias aos seus submétodos. Contudo, os exemplos de aplicação "real" destes métodos em instrumentos de planeamento e gestão costeira continuam a ser reduzidos. Adicionalmente, o IPCC tem apelado a que se adequem mais (*tailoring*) estes métodos a diferentes contextos locais.

A literatura específica sobre a GA, com mais tempo de maturação, sublinha este "gap" de implementação, salientando a falta de casos em que a GA foi aplicada em planos de gestão costeira, e identificando barreiras à sua implementação, entre elas, o dilema entre a necessidade de estabilidade e certeza nos quadros legais e regulatórios aplicáveis à gestão costeira, e, por outro lado, a necessidade de flexibilidade e adaptabilidade para lidar com incertezas e mudanças futuras, inerente à GA.

Este projecto de investigação (que iniciará em 2025) tem por objectivo analisar **se, e como, se pode operacionalizar um Planeamento e Gestão Costeira Adaptativos (PGCA) em instrumentos de planeamento e gestão costeira, para fins de adaptação climática costeira / gestão de riscos costeiros a longo-prazo**. Como casos de estudo, selecionaram-se instrumentos de planeamento e gestão costeira, e/ou zonas costeiras críticas em termos de "risco" (de inundação, erosão, submersão, perda de ecossistemas "buffer") em Portugal, Angola, Cabo Verde e Moçambique. Especificamente, pretende-se examinar: se, e como, foi introduzido e desenvolvido o conceito de PA e / ou GA nos instrumentos de planeamento e gestão costeira seleccionados, e como este é definido / entendido; b) quais as principais barreiras que impedem o PGCA; e c) que facilitadores podem ajudar a ultrapassar essas barreiras.

Palavras-chave: Planeamento e Gestão Costeira Adaptativos; Adaptação Costeira; barreiras; facilitadores; gestão de riscos costeiros em Portugal e nos PALOP

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Moser SC, Williams JS and Boesch DF (2012) Wicked challenges at land's end: managing coastal vulnerability under climate change. *Annual Review of Environment and Resources* 37: 51–78.

Brown S, Nicholls RJ, Hanson S, Brundrit G, Dearing JA, Dickson ME, Gallop S, Gao S, Haigh ID, Hinkel J, Jiménez JA, Klein

RJ, Kron W, Lázár AN, Neves CF, Newton A, Pattiaratachi C, Payo A, Pye K, Sánchez-Arcilla A, Siddall M,

Shareef A, Tompkins EL, Vafeidis A, Maanen BV, Ward PJ and Woodroffe CD (2014) Shifting perspectives on coastal impacts and adaptation. *Nature Climate Change* 4(9); 752–755.

Veloso-Gomes F (2007) A gestão da zona costeira portuguesa. *Revista da Gestão Costeira Integrada - Journal of Integrated Coastal Zone Management* 7(2): 83–95.

Frohlich, M., Smith, T. F., Fidelman, P., Baldwin, C., Jacobson, C., & Carter, R. B. (2022). Towards adaptive coastal management law: Lessons from Australia and Brazil. *Ocean & Coastal Management, 219*, 106057.

Frohlich, M. F., Smith, T. F., Jacobson, C., Fidelman, P., Carter, R. B., & Baldwin, C. (2019). Towards adaptive coastal management: Lessons from a "legal storm" in Byron Shire, Australia. *Ocean & Coastal Management, 179*, 104909.

Creed, R., Baily, B., Potts, J., Bray, M., & Austin, R. (2018). Moving towards sustainable coasts: a critical evaluation of a stakeholder engagement group in successfully delivering the mechanism of adaptive management. *Marine Policy, 90*, 184-193.

Craig, R. K., Garmestani, A. S., Allen, C. R., Arnold, C. A. T., Birgé, H., DeCaro, D. A., ... & Schlager, E. (2017). Balancing stability and flexibility in adaptive governance: an analysis of tools available in US environmental law. *Ecology and society: a journal of integrative science for resilience and sustainability, 22*(2), 1.

Schmidt L, Gomes C, Guerreiro S and O'Riordan T (2014) Are we all in the same boat? The challenge of adaptation facing Portuguese coastal communities. Risk Perception, trust-building and genuine participation. *Land Use Policy* 38:365–355.

Schmidt L, Prista P, Saraiva T, O'Riordan T and Gomes C (2013) Adapting governance for coastal change in Portugal. *Land Use Policy* 31: 314–325.

67

MONITORIZAÇÃO DA EVOLUÇÃO DA OCUPAÇÃO DO SOLO INTEGRANDO TECNOLOGIA LIDAR: AS VANTÁGENS DA SUA UTILIZAÇÃO COMO SUPORTE AO ORDENAMENTO E GESTÃO DA ÁGUA EM ZONAS COSTEIRAS

Rui M. Pereira REIS[1], Maria José VALE[2]

1,2 Direção Geral do Território- DGT, Ministério da Coesão Territorial.

RESUMO

No âmbito do ordenamento e gestão da orla costeira é da maior relevância efetuar, com regularidade de acordo com as necessidades públicas, a monitorização do uso e ocupação do solo bem como as suas alterações- Land use Land Cover Changes-LULCC).

A partir dessa informação se pode perceber de forma mais clara, a variação da linha de costa entre fenómenos extremos, ou apenas a sua variação espácio-temporal. Pode ainda estimar-se em articulação com informação estatística de base, as alterações de uso dos recursos hídricos nas zonas costeiras.

A informação relativa às transformações de uso e ocupação pode ter por base levantamentos por fotografia aérea, gerando ortofotomapas, passíveis de gerar classes de uso do solo. Os levantamentos lidar são uma forma adicional e complementar de obter informação sobre as alterações de usos e ocupação do solo; assumem particular relevância no contexto das zonas costeiras, já que permitem adicionalmente realizar perfis de fundo e mas de evolução do relevo.

Percebendo o clima como um conjunto de variáveis sujeitas a constantes variações, e que a relevância de estudar os riscos associados a cheias como a secas, releva-se fundamental progredir em qualidade de informação e complementaridade de dados relativos ao uso ao do solo, classificação de classes de uso nas zonas costeiras; recolher dados e perceber a qualidade de informação requerida em cada levantamento, ponderando a integração de dados, é fundamental. É também fundamental a perceção das mais e menos valias de cada abordagem para definir uma estratégia de gestão de informação eficiente em matéria de conhecimento do território, neste caso do território continental Português.

É no contexto de dar um contributo para responder bem a estas preocupações de gestão da orla costeira como dos recursos que esta zona encerra, designadamente de recursos hídricos que se apresenta o trabalho que tem sido desenvolvido na Direção Geral do território relativamente a aplicação das potencialidades e as mais-valias associadas à gestão e análise dos dados obtidos por LiDAR à definição e acompanhamento de politicas planos e programas de ordenamento e gestão do território e gestão de recursos hídricos associados a zonas costeiras. É com esse propósito que apresentam e exploram os desenvolvimentos da tecnologia. LiDAR e se analisa o seu contributo potencial para a eficácia do planeamento e da gestão equilibrada da água.

Palavras Chave: Informação, LIDAR, LULCC, Ordenamento costeiro, Água.

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

69

DISPERSÃO DE MICROPLÁSTICOS INDUZIDA POR EVENTOS EXTREMOS NA BAÍA DE PEMBA

Nélio SITOE[1 @], Shakira SILVA[2], Avelino LANGA[3], José PINHO[4]

@ Autor correspondente: nelio.sitoe@uem.mz
1,2,3 Universidade Eduardo Mondlane - Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras, Quelimane,
4 Centro de Território, Ambiente e Construção, Escola de Engenharia da Universidade do Minho, Portugal

RESUMO

A presença de microplásticos nos oceanos é uma crise ambiental crescente, e suas minúsculas partículas, provêm de diversas fontes como suspensos nas águas, sedimentos de praias, rios, lagos e estuários. A sua distribuição ao longo das praias está associada a fenómenos oceanográficos e meteorológicos, que pode resultar no acúmulo nos ecossistemas de recifes de corais suprimindo a capacidade de desintoxicação dos corais. A baía de Pemba, na costa norte de Moçambique, é ideal para estudar a dispersão de microplásticos devido a suas correntes dinâmicas, ventos fortes e geomorfologia única. Evidências mostram que a tempestade tropical Ana em 2022, trouxe lixo marinho de volta à praia de Wimbe, aumentando significativamente a poluição nos recifes de corais locais. Esta pesquisa busca trazer compreensão da distribuição quantitativa dos microplásticos induzidos por eventos extremos a partir da modelação numérica ao longo da baía de Pemba. O modelo em fase experimental, mostrou que a entrada estreita da baía intensifica as correntes, aumentando a acumulação de poluentes, com impacto potencial nos recifes de corais.

Palavras Chave – Eventos extremos, Modelação numérica, Microplásticos, Recifes de corais.

77

ADAPTAÇÃO DOS PORTOS ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS E AO AUMENTO DOS FLUXOS POR VIA MARITÍMA E DAS DIMENSÕES DOS NAVIOS

Fernando VELOSO GOMES

Professor catedrático jubilado (DEC / FEUP, CIIMAR)
velosogomesfvg@gmail.com

RESUMO

A Adaptação dos portos ao trinómio - Alterações Climáticas, aumento dos fluxos por via marítima, aumento das dimensões dos navios - deverá conduzir a objetivos estratégicos prioritários, exigindo abordagens e ações a nível de planeamento estratégico, ordenamento, impacto ambiental, projeto, manutenção e operacionalidade. As ações podem ser complexas e exigir avultados investimentos. A Adaptação dos portos às Alterações Climáticas não pode ser dissociada da Adaptação aos outros dois vetores do referido trinómio já que as alterações e as mudanças estão a ocorrer em simultâneo, sendo difíceis de dissociar em termos de impactos previsíveis e de medidas de mitigadoras.

As Alterações Climáticas (a nível global) muito provavelmente agravarão e tornarão mais imprevisíveis os problemas de acessibilidade, segurança e operacionalidade nos portos (alteração hidrodinâmicas e sedimentares, dinâmicas de morfologias, galgamentos com inundações, agitação e correntes). Cumulativamente existirá sempre uma variabilidade climática natural (dinâmicas naturais) e ocorrerão alterações de origem antrópica local ou regional, associadas a atividades económicas e à ocupação de territórios ribeirinhos (dinâmicas antropogénicas), pelo que na realidade a sociedade deverá fazer face a Alterações (ou dinâmicas) Globais. Dinâmicas económicas em curso originam um aumento dos fluxos de transporte por via marítima e a um significativo aumento da dimensão dos navios (comprimento, boca, calado), das suas capacidades de carga e crescente especialização. Estes aumentos terão exigências, impactos e riscos a nível portuário e ambiental que não estão a ser cabalmente assumidos. A redução dos custos unitários de mercadorias não pode ser apenas alcançada através do gigantismo dos navios, sem avaliação desses exigências e impactos.

A "variabilidade", as "alterações", as "mudanças" e, portanto, as incertezas estão e estarão cada vez mais presentes não só em resultado das "ações naturais" inerentes a sistemas costeiros, mas também devido a crescentes dinâmicas climáticas e económicas. Implicam infraestruturas operacionais e de segurança mais adaptadas, sustentáveis e resilientes.

Considerando as dinâmicas em curso e os principais impactos previsíveis, serão apresentados de uma forma sintética exemplos de Medidas de Adaptação dos Portos, aplicáveis a nível internacional e em particular, aos Países de Expressão Portuguesa. Constitui um desafio para os portos a adoção de estratégias incorporando um Planeamento e uma Gestão Adaptativos a considerar no modelo de Governação.

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

80

DESENVOLVIMENTO DE ABORDAGEM NUMÉRICA DE MÉDIO/LONGO-PRAZO PARA ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DE INTERVENÇÕES DE ALIMENTAÇÃO ARTIFICIAL DE PRAIAS

Ana Margarida FERREIRA[1 @], Carlos COELHO[1], Paulo A. SILVA[2]

@ Autor correspondente: margarida.ferreira@ua.pt
1 RISCO & Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro, Campus Universitário de Santiago 3810-193 Aveiro, Portugal
2 CESAM & Departamento de Engenharia Física da Universidade de Aveiro, Campus Universitário de Santiago 3810-193 Aveiro, Portugal

RESUMO

A alimentação artificial de sedimentos constitui atualmente uma das principais medidas para mitigar a erosão costeira. A intervenção consiste na deposição de grandes volumes de sedimentos na zona costeira, que são depois distribuídos por ação das ondas, correntes, marés e ventos. Devido à complexidade de descrever todos os processos de transporte e respetivas escalas espaciais e temporais, geralmente os processos são estudados e modelados separadamente, sendo divididos em longitudinais e transversais. Os processos longitudinais são responsáveis por distribuir os sedimentos ao longo da linha de costa e estão associados a escalas temporais da ordem das décadas. Os processos transversais distribuem os sedimentos no perfil de praia e estão associados a eventos que atuam em escalas de curto/médio-prazo (dias/meses). A distribuição dos sedimentos que ocorre naturalmente leva frequentemente à interpretação de que as intervenções de alimentação artificial não são bem-sucedidas.

No presente trabalho, apresenta-se um modelo numérico desenvolvido com o objetivo de incorporar simultaneamente os processos longitudinais e transversais de transporte sedimentar numa perspetiva de médio/longo-prazo. O modelo combina os resultados dos modelos numéricos simplificados LTC e CS-Model, que simulam, respetivamente, processos de transporte sedimentar longitudinal e transversal. Com base nos prossupostos de simulação destes modelos, o novo modelo tem capacidade de reproduzir a evolução de determinado setor costeiro, considerando o efeito combinado dos gradientes de transporte sedimentar longitudinal e dos efeitos da interação barra submersa-berma, transporte eólico e erosão da duna por ação da agitação marítima. Aplicado ao estudo de alimentações artificiais de sedimentos, os resultados do modelo têm potencial para auxiliar a gestão costeira, permitindo

avaliar diferentes opções de projeto e os respetivos benefícios, através da evolução dos indicadores morfológicos disponibilizados pelo modelo (posição da linha de costa, posição da base da duna, largura da berma e volumes da duna e barra submersa).

Palavras Chave – Mitigação da Erosão Costeira; Dinâmica Sedimentar; Gestão Sedimentar; LTC – Long Term Configuration; CS-Model

81

IMPACTO DA DINÂMICA BARRA-BERMA NA EVOLUÇÃO DA INTERAÇÃO BARRA-BERMA-DUNA, CONSIDERANDO O EFEITO DE PROCESSOS DE TRANSPORTE DE SEDIMENTOS TRANSVERSAIS E LONGITUDINAIS

Ana Margarida FERREIRA[1] @, Carlos COELHO[1], Paulo A. SILVA[2]

@ Autor correspondente: margarida.ferreira@ua.pt
1 RISCO & Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro, Campus Universitário de Santiago 3810-193 Aveiro, Portugal
2 CESAM & Departamento de Engenharia Física da Universidade de Aveiro, Campus Universitário de Santiago 3810-193 Aveiro, Portugal

RESUMO

Os sistemas dunares constituem importantes elementos da morfologia costeira, pelas funções que desempenham na proteção costeira, atuando como barreira à propagação das ondas, e preservação de habitats e biodiversidade. Em cenários de erosão costeira, estes sistemas ficam expostos ao impacto da agitação marítima, que os fragilizam. As operações de alimentação artificial de sedimentos na zona submersa da praia (barra) são uma opção frequentemente adotada para mitigar o défice sedimentar. Contudo, este tipo de deposição não tem um impacto direto na zona emersa do perfil (berma e duna), pelo que é importante compreender como evolui a zona subaérea da praia e duna, após a intervenção.

No presente trabalho, aplicou-se uma abordagem numérica de médio/longo-prazo, que combina os efeitos dos gradientes de transporte sedimentar longitudinal e processes relacionados com a dinâmica transversal (dinâmica barra submersa-berma, transporte eólico e erosão da duna por ação da agitação marítima) para avaliar a influência do volume da barra submersa na evolução do sistema duna-berma. O estudo considerou um clima de agitação regular (H=3m; T=10.55s) e um conjunto de domínios de cálculo representativos de uma praia em que a largura da berma varia ao longo do domínio. Cada domínio foi modelado para três situações de volume inicial da barra submersa (I: em equilíbrio com o clima de agitação; II: com excesso de sedimentos, representativo de alimentação na barra; III: com défice

sedimentar, representativo de um perfil fragilizado). Os resultados permitem avaliar a evolução do impacto dos diferentes processos de transporte de sedimentos (longitudinais e transversais), bem como a evolução da morfologia do sistema em estudo (volumes da duna e barra submersa, posição da linha de costa, posição da duna e largura de berma) nos diferentes casos simulados, o que permite inferir os benefícios induzidos pela alimentação artificial de sedimentos depositados na barra submersa.

Palavras Chave – Modelação Numérica; LTC – Long Term Configuration; CS-Model; Dinâmica Sedimentar; Alimentações Artificiais

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

87

ANÁLISE PROBABILÍSTICA DA VULNERABILIDADE DA ZONA COSTEIRA DA CIDADE DE MAPUTO A TEMPESTADES MARÍTIMAS ANTES DA INTERVENÇÃO E CONSIDERAÇÕES SOBRE O PROJECTO DE PROTECÇÃO COSTEIRA DE MAPUTO

Fátima ISMAEL[@], Jaime PALALANE, Tiago OLIVEIRA

@ Autor correspondente: fismael@tec.co.mz
Moçambique

RESUMO

A costa moçambicana apresenta núcleos de desenvolvimento cada vez mais fortes que demandam o uso de metodologias sólidas para a avaliação da vulnerabilidade à tempestades marítimas de praias e suas infraestruturas, e que sejam ao mesmo tempo úteis para o planeamento e gestão das zonas costeiras. Neste contexto, foi empregue uma metodologia de análise probabilística da vulnerabilidade costeira à tempestades (Bosom e Jiménez, 2011) a 4,4 km da costa de Maputo, dividido em trechos com características similares.

Para sua aplicação, gerou-se séries de tempestades para cada trecho, tendo-se escolhido uma série de 183 temporais ao largo da Baía de Maputo identificados no estudo de Guiloviça (2011). Procedeu-se à propagação para o interior da baía com recurso ao modelo SWAN e a teoria de propagação linear definindo-se as direcções de onda que atingem a área de estudo. Com essas séries de temporais, calculou-se, com recurso a formulações empíricas e modelos analíticos os impactos inerentes às tempestades, traduzidos em séries de espraiamento, galgamento e erosão. Procedeu-se posteriormente à análise estatística das séries associando os impactos a diferentes períodos de retorno.

Os resultados do estudo para os diversos trechos e períodos de retorno considerados são apresentados em mapas de vulnerabilidade, definindo-se as classes e os valores limite a considerar.

Apesar do estudo ter sido desenvolvido em 2015, representa ainda uma metodologia importante para decisões estratégicas em zonas costeiras. Faz-se, na parte final, uma avaliação qualitativa das alterações induzidas na área de estudo resultantes do Projecto de Protecção costeira da cidade de Maputo.

Palavras–chave: vulnerabilidade; tempestades; inundação; erosão; Costa de Maputo.

103

IMPACTO DA PRECIPITAÇÃO NA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DE UM ESTUÁRIO E CONSEQUÊNCIAS ECONÓMICAS. O CASO DO ESTUÁRIO DO MONDEGO, PORTUGAL

Ana Carla GARCIA[1,3 @], Barbara CAMARÃO[2,3]

@ Autor correspondente: carla.garcia@seapower.pt
1 SEAPOWER, Incubadora de Empresas da Figueira da Foz, Rua das Acácias Lote, 40A 3090-380 Figueira da Foz, Portugal.
2 Universidade de Coimbra - MAREFOZ, Incubadora de Empresas da Figueira da Foz, Rua das Acácias Lote, 40A 3090-380 Figueira da Foz, Portugal.
3 MARE – Marine and Environmental Sciences Centre, ARNET – Aquatic Research Network, Department of Life Sciences, University of Coimbra, Coimbra, Portugal

RESUMO

Desde 2017, a Universidade de Coimbra conjuntamente com o Município da Figueira da Foz, leva a cabo um programa de monitorização microbiológica no estuário do Rio Mondego, Portugal. Na sua parte terminal, o rio divide-se em dois braços formando a Ilha da Murraceira. Nesta ilha, assim como nas margens do estuário, existe uma forte comunidade economica dedicada à salinicultura e ao cultivo de peixe e bivalves, pelo que garantir uma boa qualidade microbiologica destas águas é fundamental. A monitorização que tem vindo a ser realizada, tem por objectivo identificar a origem da contaminação microbiológica e a adopção de medidas de mitigação. Para a classificação microbiologica destas águas usou-se a métrica das águas balneares (Decreto-Lei nº135/2009 de 3 de junho, alterado pelo Decreto-Lei nº 113/2012 de 31 de maio). O estudo demonstrou que um dos maiores problemas da contaminação microbiologica do estuário reside na precipitação, que funciona como uma fonte difusa de contaminação para o estuário. Este problema coloca-se sobretudo no inverno, e nos invernos mais chuvosos, onde a qualidade microbiologica tende ser "má" em praticamente todo o estuário e no verão, caso ocorram picos de precipitação importantes. A contaminação microbiologica tem maior impacto nos bivalves, por serem filtradores, condicionando as classificação das zonas de apanha e a finalidade dos mesmos e implicando a proibição da apanha nestas mesmas zonas, com graves consequências economicas para os viveiristas e toda a cadeia de valor associada. Este é um problema transvesal a todos os estuários onde existe produção de bivalves. A solução poderá passar por um sistema de alerta para os viveiristas que lhes permita regular a apanha dos bivalves e melhorar os seus sistemas de monitorização.

Palavras Chave – Estuários, Microbiologia, Bivalves, Economia.

104

SEAPOWER – ASSOCIAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA ECONOMIA AZUL AO SERVIÇO DA INOVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO

Ana Carla GARCIA[1 @], Manuel OLIVEIRA[1]

@ Autor correspondente: carla.garcia@seapower.pt
1 SEAPOWER, Incubadora de Empresas da Figueira da Foz, Rua das Acácias Lote, 40A 3090-380 Figueira da Foz, Portugal.

RESUMO

Constituída em 2022, a SeaPower possui um conjunto de competências e atribuições que a per mitem posicionar-se no mercado nacional e internacional como uma Associação relevante no âmbito do desenvolvimento de soluções tecnológicas e de sustentabilidade para a Economia

Azul. Neste contexto, destacam-se como principais áreas de intervenção e competência: • Ciência e Inovação;

- Pescas, Aquicultura, Transformação e Comercialização;
- Robótica e Tecnologias Digitais;
- Energias Renováveis Oceânicas;
- Portos, Transportes Marítimos, Logística e Comunicações;
- Projeto, Construção Naval e Offshore.

A SeaPower tem vindo a reunir uma equipa técnica multidisciplinar e altamente qualificada em temáticas como a biologia e microbiologia, as engenharias civil, metalúrgica, mecânica e de ma teriais, física de polímeros, entre outras.

Visando uma presença ativa no mercado e um apoio efetivo às PME, a Associação conta com uma relação estreita de colaboração com a UC, através da qual se propõe a maximizar e conso lidar o know-how existente nas temáticas relevantes sobre os ecossistemas aquáticos e os seus recursos. Adicionalmente, existe uma forte articulação da mesma com Laboratórios Colaborati vos e outros projetos estruturantes para o setor, permitindo à Associação integrar a cadeia de valor em que se insere na sua totalidade: desde as ENESII, aos produtores e tomadores de tec nologia, bem como aos respetivos end-users.

Palavras Chave – Economia Azul, Inovação, Desenvolvimento tecnológico, Formação.

105

CONTRIBUIÇÃO PARA O ESTUDO DA EVOLUÇÃO DO CLIMA DE AGITAÇÃO MARÍTIMA EM FRENTE AO ARCO CAPARICA - ESPICHEL

Filipa S. B. F. OLIVEIRA[1 @], Alphonse NAHON[1], André B. FORTUNATO[1], Francisco SANCHO[1], Paula FREIRE[1], Luís PORTELA[1]

@ Autor correspondente: foliveira@lnec.pt
1 Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. do Brasil 101, 1700-066 Lisboa, Portugal

RESUMO

O presente estudo é parte de um estudo alargado realizado pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (https://www.lnec.pt/pt/) para diagnóstico e avaliação de um surto erosivo numa praia situada na Península de Tróia. Esta componente visou avaliar a evolução a longo prazo do clima de agitação marítima ao largo da zona de estudo. Utilizou-se a série SIMAR de agitação marítima de 65 anos (1958-2023), disponibilizada pelos Puertos del Estado (https://www.puertos.es/en-us) no ponto 1042054 - SIMAR (38.5°N, 9.5°W). Trata-se de valores horários dos parâmetros altura significativa, Hs, período de pico, Tp, e direção média de procedência, Dir, obtidos por modelação numérica (hindcast).

A metodologia do estudo incluiu: i) o cálculo da série horária do parâmetro potência de onda, P; ii) a análise estatística de longo prazo dos parâmetros Hs, Tp, Dir e P; iii) o refinamento da análise estatística dos parâmetros Hs e P por períodos sazonais, verão e inverno marítimos; iv) a determinação da evolução da ocorrência de tempestades por escalões de Hs (igual ou superior a 4.5, 6 e 8 m); e v) a determinação da distribuição do parâmetro Dir por octante.

Os resultados indicam que existe uma tendência de crescimento dos parâmetros Hs, Tp e P a longo prazo. As médias das séries de 65 anos destes três parâmetros são 2.00 m, 10.11 s e 29.29 kW/m, respetivamente. Os parâmetros Hs e P apresentam média mais elevada nos decénios 1993-2003 e 2013-2023, particularmente no último. Relativamente ao parâmetro Dir não se identifica uma tendência evolutiva específica a longo prazo e constata-se que 90% das ondas são provenientes do quadrante NW. A tendência de crescimento de Hs e P nos últimos 20 anos verifica-se em ambas as estações, mas é mais significativa na estação de inverno marítimo. Destes resultados destacam-se o inverno de 2013 (de 1/outubro/2013 a 31/março/2014), que foi particularmente energético (com Hs média de 3.03 m) e teve elevada potência de onda (P média de 78.27 kW/m); e o verão de 2018, que teve potência de onda elevada (26.01 kW/m) para esta estação marítima. Relativamente à evolução de tempestades, observou-se uma tendência de aumento do número de valores horários de Hs igual ou superior a 4.5 m nos últimos 20 anos. O número de valores horários de Hs igual ou superior a 6 m não acompanha a mesma tendência evolutiva, apesar de também se verificar um número de valores superior no decénio abril/08-mar/18. O número de valores horários com Hs igual ou superior a 8.0 m apresenta uma tendência de decréscimo no período em análise.

Dada a importância do potencial impacto dos resultados, a sua validação está a ser efetuada através da comparação com dados ERA5 do European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (https://climate.copernicus.eu/).

Palavras Chave – largo, costa portuguesa, energia da onda, potência da onda, tempestade marítima.

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

120

SOLUÇÕES HÍBRIDAS BASEADAS NA NATUREZA PARA A REDUÇÃO DE RISCOS COSTEIROS

Paulo ROSA-SANTOS[1,2 @], Mahmoud ABOUHALIMA[1,2], Luciana das NEVES[1,2], Francisco Taveira PINTO[1,2]

@ Autor correspondente: pjrsantos@fe.up.pt
1 Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), Rua do Dr. Roberto Frias, s/n, 4200-465 Porto, Portugal.
2 Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental - Universidade do Porto (CIIMAR), Terminal de Cruzeiros do Porto de Leixões, Avenida General Norton de Matos, s/n, 4450-208 Matosinhos, Portugal.

RESUMO

As zonas costeiras estão cada vez mais expostas e vulneráveis a eventos extremos, pondo em risco pessoas e bens de elevado valor patrimonial. Os riscos costeiros tenderão a agravar-se no futuro devido aos efeitos das alterações climáticas. As soluções híbridas baseadas na natureza (SbN-H), i.e., a combinação de intervenções clássicas com estratégias e intervenções inovadoras desenvolvidas tendo em vista a promoção da biodiversidade e a retenção de sedimentos, podem permitir níveis de segurança e de proteção que não se conseguem atingir com as tecnologias tradicionais de engenharia costeira, tanto rígidas (e.g.,

esporões ou obras de defesa aderentes), como flexíveis (e.g., alimentação artificial com areia). As SbN-H têm também um potencial de adaptação maior à subida do nível médio da água do mar e ao agravamento das condições do ambiente marítimo, aumentando desta forma a resiliência aos riscos costeiros.

O projeto DuneFront visa demonstrar que essas intervenções híbridas (também designadas de 'cinzentas-azuis') constituem uma nova geração de soluções sustentáveis, inclusivas e de boa integração paisagista para garantir a segurança costeira num contexto de alterações climáticas. O projeto ambiciona desenvolver soluções híbridas baseadas na natureza que integrem eficazmente infraestruturas rígidas. A integração da biodiversidade nessas soluções híbridas é considerada essencial para salvaguardar conjuntamente as infraestruturas, as atividades da economia azul, assim como a recuperação de biodiversidade. Para o efeito são considerados e analisados 12 demonstradores localizados em zonas costeiras europeias vulneráveis.

Nesta comunicação, para além da apresentação geral do projeto DuneFront – Demonstration of Dune-Dike hybrid blue-grey Nature-based Solutions (HORIZON Europe) e das atividades da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), Portugal, pretende-se apresentar um conjunto de estudos realizados na FEUP para a avaliação, desenvolvimento e otimização de soluções inovadoras de proteção costeira para redução de riscos costeiros na costa portuguesa, nomeadamente com recurso à modelação física 2D e 3D com fundos móveis.

Palavras Chave – modelação física, galgamentos, riscos costeiros, recifes artificiais, resiliência costeira.

121

PILOTOS DE DIGITAL TWINS PARA APOIAR A GESTÃO DA POLUIÇÃO DA ÁGUA EM REGIÕES COSTEIRAS DE ÁFRICA

Marta RODRIGUES[1@], Anabela OLIVEIRA[1], Isa O. ELEGBEDE[2], Luís PORTELA[1], Corrine ALMEIDA[3], Orilonishe SUMMAYAH[4], João FERNANDES[1], Björn FIEDLER[5], Yara RODRIGUES[6], Estanislau B. LIMA[3]

@ Autor correspondente: mfrodrigues@lnec.pt
1 Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, Portugal
2 Lagos State University, Lagos, Nigéria
3 Universidade Técnica do Atlântico, Mindelo, Cabo Verde
4 Saeio Global, Lagos, Nigéria
5 GEOMAR, Mindelo, Cabo Verde
6 Instituto do Mar, Mindelo, Cabo Verde

RESUMO

A vulnerabilidade crescente das regiões costeiras aos perigos ambientais, agravada pelas alterações climáticas, representa riscos significativos para os ecossistemas, a economia e o bem-estar humano. Os Digital Twins são ferramentas emergentes que constituem representações virtuais dos sistemas e podem apoiar a tomada de decisão na gestão das zonas costeiras, proporcionando informação de previsões, monitorização e cenários.

O projeto WOLLF visa co-desenvolver, implementar e demonstrar pilotos de Digital Twins em regiões costeiras de África, com o objetivo de aumentar a resiliência das comunidades e dos ecossistemas costeiros a impactes negativos da poluição da água, incluindo o seu efeito sobre a pesca e a aquacultura. O projeto baseia-se num processo colaborativo, envolvendo a comunidade científica e os utilizadores locais, visando capacitar as comunidades costeiras para lidar mais eficazmente com a poluição e compreender melhor o seu efeito nas atividades da Economia Azul. Foi aprovado no âmbito do Programa DITTO da Década dos Oceanos das Nações Unidas.

Os pilotos de Digital Twins a desenvolver incluirão resultados de modelos operacionais de alta resolução, utilizando o serviço de previsão da hidrodinâmica e da qualidade da água a pedido OPENCoastS (https://opencoasts.ncg.ingrid.pt/), e dados de monitorização local e remota, que serão disponibilizados através de uma plataforma webSIG dedicada. Estes pilotos serão demonstrados na Lagoa de Lagos (Nigéria) e na zona costeira da ilha de São Vicente (Cabo Verde) e disponibilizarão informação de apoio à decisão enquadrada nos objetivos da Década dos Oceanos.

Palavras Chave – Modelação operacional, Monitorização, Hidrodinâmica, Qualidade da água, Cabo Verde, Nigéria.

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

122

PREVISÃO E MONITORIZAÇÃO DA CIRCULAÇÃO E DA QUALIDADE DA ÁGUA EM ZONAS COSTEIRAS: O SERVIÇO CONNECT

Marta RODRIGUES[1@], André B. FORTUNATO[1], Ricardo J. MARTINS[1], Gonçalo JESUS[1], Ana C. BRITO[2], Alphonse NAHON[1], Anabela OLIVEIRA[1], José L. COSTA[2], Elsa ALVES[2], Zahra M. KORANI[2]

@ Autor correspondente: mfrodrigues@lnec.pt
1 Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, Portugal
2 Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa e Centro de Ciências do Mar e do Ambiente, Lisboa, Portugal

RESUMO

Antecipar e quantificar os riscos das atividades humanas e das alterações climáticas nas zonas costeiras é essencial para apoiar a gestão destas áreas e alcançar os objetivos de desenvolvimento sustentável. O CONNECT (https://connect.lnec.pt/) disponibiliza um serviço de previsão e monitorização costeira de alta resolução e fornece dados físicos e biogeoquímicos de estuários portugueses ao Copernicus Marine Service (CMEMS). As principais características do serviço são: i) modelação operacional de elevada resolução (costa-estuário) da circulação e da qualidade da água, forçada por previsões dos modelos regionais do CMEMS para produzir previsões diárias de variáveis físicas e biogeoquímicas; ii) aquisição de dados físicos e biogeoquímicos em tempo quasi-real de redes de observação in

situ e acesso a dados de satélite do CMEMS; e iii) elaboração de indicadores e relatórios semanais que sintetizam a dinâmica física e a qualidade da água dos sistemas costeiros. A informação é disponibilizada num portal webSIG dedicado (https://connect- portal.lnec.pt/connect/), contribuindo para melhorar a gestão, monitorização e previsão da qualidade da água e da inundação costeira.

O serviço é demonstrado em dois casos de uso em estuários portugueses. No estuário do Tejo, o serviço fornece dados físicos e biogeoquímicos para apoiar a avaliação do estado ecológico no contexto da Diretiva Quadro da Água (DQA) e quantificar a contribuição do estuário para a área costeira adjacente, apoiando a Diretiva Quadro da Estratégia Marinha (DQEM). Neste estuário, o serviço contribui igualmente para antecipar eventos de inundação,

apoiando os agentes de proteção civil e as comunidades ribeirinhas. No estuário do Mondego, o serviço fornece dados hidrodinâmicos de níveis, velocidades e agitação marítima para promover a segurança das atividades económicas (e.g., navegação) e dos ecossistemas que possam ser afetados por eventos extremos. O serviço também disponibiliza dados físico

químicos (e.g., salinidade, temperatura) para apoiar a DQA.

Palavras Chave – Modelação operacional, Variáveis físicas e biogeoquímicas, Indicadores, Estuários do Tejo e do Mondego, CMEMS.

129

A DESSALINIZAÇÃO SOLAR COMO ORIGEM ALTERNATIVA DE ÁGUA PARA USOS URBANOS NÃO-POTÁVEIS - ILHA DA CULATRA, FARO, PORTUGAL

Manuela Moreira da SILVA[1@], Cláudia SEQUEIRA[2], Vânia SOUSA[3], André PACHECO[4]

@ Autor correspondente: msanti@ualg.pt
1 Universidade do Algarve, Instituto Superior de Engenharia, Campus da Penha, 8005-139 Faro, Portugal. CIMA-ARNET; CEiiA, Centro de Engenharia e Desenvolvimento. Av. D. Afonso Henriques 1825, 4450-017 Matosinhos, Portugal
2 Universidade do Algarve, Instituto Superior de Engenharia, Campus da Penha, 8005-139 Faro, Portugal. CIMA-ARNET Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, 8005-139 Faro.
3 Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, 8005-139 Faro, Portugal; CENSE-CHANGE Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências
4 Tecnologia, Campus de Caparica 2829-516 Caparica, Portugal. d CIMA-ARNET Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, 8005-139 Faro, Portugal.

RESUMO

A Culatra (Faro, Portugal) é uma ilha barreira do Parque Natural da Ria Formosa, com 4,34 km2 de área e clima Mediterrânico CSa. Tem cerca de 1000 habitantes e as principais actividades económicas são a pesca, a aquacultura e o turismo. Desde 2010 a ilha é abastecida com água potável e serviços de saneamento, a partir de infraestruturas sediadas no continente, representando elevados consumos energéticos. A Culatra enfrenta grandes desafios em termos de sustentabilidade, incluindo a eficiência e a auto-suficiência energética, e a escassez de água para usos urbanos não potáveis. Para fazer face a estes constrangimentos surgiu a iniciativa Culatra 2030, que pretende transformar a Culatra, numa comunidade piloto em energias renováveis e sustentabilidade. Integrado na Culatra 2030, tem-se vindo a

desenvolver um protótipo para dessalinização solar, pretendendo-se criar um dispositivo modular numa abordagem não intrusiva, e com montagem, instalação e manutenção simples. O objetivo é aumentar-se a disponibilidade de água para usos exteriores não-potáveis, como rega de espaços verdes e lavagens de superfícies e de contentores de resíduos. Este estudo incluiu três etapas, testando-se inicialmente a produtividade de três destiladores solares de bacia única com água de uma mina de salgema, com salinidade 10 vezes superior à da água do mar. Seguiu-se a transferência do destilador solar de menores dimensões para a Culatra, e avaliou-se o seu desempenho com água do mar. Por último, desenvolveu-se e testou-se um novo protótipo de dessalinização solar. Com o destilador instalado na Culatra, a produção de água doce a partir da água do mar foi de 0,50 L/m^2.dia. Com o protótipo desenvolvido, a produção até ao momento aumentou para 1,01 L/m^2.dia. Estes resultados, são preliminares mas demonstram potencial para se escalar a utilização da dessalinização solar, em contextos de escassez de água aumentando a sua disponibilidade para usos não potáveis.

Palavras Chave – Circularidade da água; Eficiência hídrica; Eficiência energética; Resiliência climática; Ilhas sustentáveis.

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

133

SISTEMA DE PREVISÃO E ALERTA DE CHEIAS E INUNDAÇÕES PARA O ESTUÁRIO DO RIO DOURO

José PINHO[1 @], Willian Weber de MELO[1], Isabel IGLESIAS[2]

@ Autor correspondente: jpinho@civil.uminho.pt
1 Centro de Território, Ambiente e Construção (CTAC), Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Campus de Azurém, Guimarães, 4800-058, Portugal.
2 Interdisciplinary Centre of Marine and Environmental Research (CIIMAR/CIMAR), Universidade do Porto, Terminal de Cruzeiros do Porto de Leixões, Av. General Norton de Matos, Matosinhos 4450-208, Portugal.

RESUMO

A proteção eficaz de pessoas e bens durante cheias e inundações exige a implementação de sistemas de previsão e alerta que permitam uma resposta em tempo útil. No estuário do rio Douro, estudos anteriores mostram que os níveis extremos a jusante da Ponte da Arrábida são influenciados por condições oceânicas, enquanto a montante, os caudais fluviais desempenham um papel crítico em episódios de cheias. Este trabalho apresenta o desenvolvimento e implementação de um sistema de previsão e alerta precoce para o estuário do rio Douro, utilizando o software Delft-FEWS, com base em previsões meteorológicas regionais da Meteogalicia.

O sistema foi concebido para integrar as especificidades hidrodinâmicas do estuário, combinando previsões oceânicas e fluviais. Um modelo de inteligência artificial (IA) foi desenvolvido para prever com precisão os caudais durante a ocorrência de cheias, utilizando dados de precipitação nas bacias a montante, permitindo uma estimativa fiável dos caudais efluentes da Barragem de Crestuma.

A plataforma permite realizar previsões diárias para diferentes horizontes temporais, fornecendo resultados de simulações hidrodinâmicas detalhadas dos níveis de água ao longo do estuário. Este sistema representa uma solução abrangente para a previsão hidrodinâmica e gestão de riscos de inundação no estuário do rio Douro, promovendo uma resposta mais eficiente a eventos extremos e fortalecendo a resiliência das cidades ribeirinhas.

Palavras Chave – Sistemas de Previsão e Alerta, Estuário do Rio Douro, Delft-FEWS, IA.

138

AVALIAÇÃO DO EFEITO DA INTRUSÃO SALINA NO FUNCIONAMÉNTO DO ECOSSISTEMA DAS TERRAS HÚMIDAS DE MACANETA, CONSIDERANDO O EFEITO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

A. S. CHIRICO JÚNIOR, D. JUÍZO, C. M. NHANTUMBO, D. JOAQUIM

Faculdade de Engenharia, Universidade Eduardo Mondlane, Cidade de Maputo aschiricojunior@gmail.com

RESUMO

Moçambique é um país de jusante que é afectado pela gestão deficiente dos recursos hídricos pelos países de montante Esta gestão deficiente compromete a manutenção dos sistemas ecológicos e o desenvolvimento de actividades das comunidades. Este cenário, agravado pelas mudanças climáticas, reforça a necessidade de adopção de estratégias de gestão dos recursos hídricos e das zonas costeiras, particularmente nas terras húmidas de Macaneta. A criação de um plano de gestão sustentável dos recursos hídricos requer informações sobre o funcionamento dos ecossistemas, que em sua maioria são escassas ou pouco sólidas. Para suprir esta necessidade, foi desenvolvido um modelo usando o software HEC-RAS[1] para explorar os impactos de diferentes cenários de gestão da bacia à montante da zona de interesse. O modelo desenvolvido realiza simulações para mostrar como a salinidade varia em diferentes locais da zona de interesse e, para isso, usa dados relacionados (1) à configuração do sistema como os canais de escoamento e os níveis das marés, (2) às condições climáticas como as taxas de precipitação, evapotranspiração e temperatura do ar, e (3) às estratégias de gestão dos recursos como o caudal do rio à montante e o de descarga de água subterrânea. A intrusão salina no estuário foi analisada variando os caudais à montante e verificou-se que o caudal mínimo necessário para preservar o funcionamento adequado é de 40 m3/s. O efeito das mudanças climáticas foi analisado considerando o aumento do nível de maré em 0.55 e 1.10 metros que causou a alteração da intrusão salina em cerca de 5 e 10 km, respectivamnete. A descarga de água subterrânea mostrou-se relevante para controlar a salinidade numa área utilizada para produção agrícola. Na posse destas informações é possível conduzir discussões sobre melhores estratégias de gestão dos recursos hídricos e assegurar um futuro sustentável para as populações e ecossistemas desta região

Palavras-chave: Intrusão salina; Estuários; Mudanças climáticas; HEC-RAS; Macaneta; Água subterrânea; Modelação hidrodinámica; Terras húmidas.

1 Hydrologic Engineering Center's River Analysis System

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

150

O PROJETO NUTRIMO: DESENVOLVIMENTO DE RAÇÕES ARTESANAIS PARA A NUTRIÇÃO DE TILÁPIAS EM AQUACULTURA COMUNITÁRIA EM CABO DELGADO, MOÇAMBIQUE

Amadeu SOARES[1 @], Rui ROCHA[1], Henriques BUSTANI[1], Andreia RODRIGUES[1], Silvia PIRES[1]

@ Autor correspondente: asoares@ua.pt
1 CESAM (Centro de Estudos do Ambiente e do Mar) & Departamento de Biologia, Universidade de Aveiro, 3810-193 Aveiro, Portugal

RESUMO

O projeto NutriMo (Desenvolvimento de rações artesanais para a nutrição de tilápias em aquacultura comunitária em Moçambique) visa impulsionar o desenvolvimento da aquacultura sustentável em Moçambique, especificamente a aquacultura comunitária de tilápia em aldeias do interior da província de Cabo Delgado, permitindo explorar de forma mais sustentável os recursos biológicos costeiros e pesqueiros. O objetivo geral é aprimorar significativamente a aquacultura comunitária praticada em águas interiores de Moçambique, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida nas aldeias, permitindo a produção de alimentos de forma eficiente e sustentável e reduzindo os níveis de pobreza nas aldeias moçambicanas, contribuindo para o ODS1.

Países em desenvolvimento na África Oriental, como Moçambique, dependem excessivamente de recursos naturais, o que causa a degradação dos ecossistemas. A aquacultura comunitária pode aumentar a renda e os recursos alimentares disponíveis localmente em aldeias com acesso limitado a proteínas animais. No entanto, para garantir o sucesso dessa atividade, é crucial desenvolver rações adequadas, baseadas em ingredientes locais, que possam ser produzidas em nível comunitário.

As tilápias possuem um alto potencial para serem criadas em condições simplificadas devido a suas características, como omnivoria, crescimento rápido e resistência ao estresse e doenças. Neste estudo, uma ração experimental, baseada em ingredientes locais do Norte de Moçambique, foi desenvolvida e testada em comparação com uma ração comercial, em alevinos de tilápia, durante 2 meses. O desempenho de crescimento e a resistência ao estresse térmico foram avaliados. As tilápias alimentadas com a ração experimental apresentaram taxas de crescimento mais baixas, menor dano ao DNA e maior atividade neurofisiológica e antioxidante, levando a um aumento do estresse oxidativo.

Em geral, demonstramos que a inclusão de ingredientes locais na dieta pode ser viável para a aquacultura comunitária em tanques de terra, diminuindo assim a pressão sobre os recursos biológicos costeiros e pesqueiros e contribuindo para o ODS1.

Palavras Chave – Recursos biológicos costeiros; pesca; aquacultura comunitária; ODS 1.

152

INTEGRAÇÃO DA ABORDAGEM DA ORIGEM ATÉ AO MAR PARA ESTIMATIVA DE CAUDAIS AMBIENTAIS – CASO DO ESTUÁRIO DO RIO INCOMÁTI

Zubaida ESPERANÇA[1 @], Clemêncio NHANTUMBO[1], Dinis JUÍZO[1]

@ Autor correspondente: zubaidaesperanca@hotmail.com
1 Faculdade de Engenharia, Universidade Eduardo Mondlane, Av de Moçambique km 1.5, Maputo 1102, Moçambique

RESUMO

Alterações hidrológicas nos rios conduzem à degradação ambiental dos ecossistemas das bacias hidrográficas. Existem metodologias de base científica que fornecem informação sobre a ligação entre os caudais dos rios e o funcionamento dos ecossistemas ligados a diferentes opções de gestão da água. Os métodos conhecidos incluem: Hidrológico; Hidráulico;

Simulação de habitats; Holístico e Modelagem ecossistémica. O método hidrológico é baseado em registos históricos de caudal, o hidráulico inclui características hidráulicas, que definem necessidades em termos de vazão, espécies-alvo em um estudo específico. A simulação de habitat avalia os impactos no habitat físico devido a mudanças incrementais no caudal abrangendo séries temporais de componentes hidrológicos e de habitat. Finalmente, o método holístico incorpora variáveis biológicas, geomorfológicas e hidrológicas, enquanto a

modelagem ecossistémica analisa como o ecossistema responde a mudanças em variáveis chave, incluindo a qualidade e quantidade da água, sedimentos, biota, e aspectos socioeconómicos. Embora com limitações, por não incluir o transporte de sedimentos, geomorfologia, recreação e saúde pública; a modelagem ecossistémica foi usada para estimar o caudal ambiental para o Estuário do Rio Incomáti e concluiu-se que para preservar as condições ecológicas e disponibilidade de serviços ecossistémicos, a extensão da intrusão salina deve ser reduzida à 30 km da boca do estuário com um caudal ambiental de 80 m3/s para marés altas do equinócio e 40 m3/s para as restantes marés. A metodologia proposta exclui o efeito do caudal do rio para os ecossistemas marinhos. A alteração do caudal do rio no estuário pode ser determinante para a sobrevivência de espécies marinhas e poderá explicar e facilitar a tomada de medidas para preservação de espécies em extinção no mar. A abordagem que integra as actividades em terra, dinâmica de sistemas pluviais e o seu efeito no mar deve ser considerada para a estimativa de caudais ambientais que preservam os ecossistemas.

Palavras-chave: caudal ambiental, modelagem ecossistémica, ecossistemas marinhos, Rio Incomáti

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

157

OS DESAFIOS DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA NAS ZONAS RURAIS EM MOÇAMBIQUE: CASO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DÉ ÁGUA DE CHANGALANE, DISTRITO DE NAMAACHA

Amélia Francisco MABOTA[1], Anastácia da Graça Salvador Machaieie CHALE[2]

1 mestrada em Planeamento Regional e urbano, pela UEM, Licenciada em Engenharia Civil, pelo ISPU, ameliamabota@gmail.com
2 Doutoranda em Arquitectura e Urbanismo - Planeamento Territorial de Regiões, pela UEM, machaieiechale@gmail.com2

RESUMO

Introdução: Em Moçambique as zonas rurais são as que mais concentram a população estimada em 80% da população global do país. Neste contexto, o fornecimento de água em quantidade suficiente e qualidade aceitável para os residentes das zonas rurais não tem sido fácil devido a vários factores ligados a desigualdades sociais, a qualidade de água, as condições hidrogeológicas dos solos, nível freático com baixa produtividade, limitada capacidade de perfuração devido a constituição geológica dos solos e a dispersão da população. O distanciamento entre famílias requere alto conhecimento e tecnologias apropriadas para se levar água de qualidade a essas essas famílias. **Objectivo:** avaliar as soluções tecnológicas para o abastecimento de água nas zonas rurais, o caso do sistema de abastecimento de água de Changalane, Distrito de Namaacha. **Metodologia:** para a analise, foi adoptada uma abordagem mista baseada num estudo empírico, trabalho de campo, optando pelo método qualitativo para obter maior compreensão sobre as soluções tecnológicas do abastecimento de água, acompanhada da revisão bibliografia sobre atemática e a documentação legislativa do sector de água (programas, politicas e estratégias) incluindo dados estatísticos. **Resultados:** a produção de agua usando a tecnologia de dessalinização é limitada uma vez que requer cerca de 40% da agua produzida para o seu funcionamento. **Conclusão:** a dessalinização é uma técnica adequada para a purificação de água, porém para as zonas rurais acarreta custos elevados para a manutenção, o que não sustenta o investimento.

Palavras-Chave: Abastecimento de Àgua; Zonas Rurais; Dessalinização; Distrito de Namaacha

158

O IMPACTO DAS INUNDAÇÕES URBANAS NAS VIAS DE ACESSO EM MOÇAMBIQUE: CASO DA VIA QUE LIGA OS BAIRROS NKOBE E PATRICE LUMUMBA

Anastácia da Graça Salvador Machaieie CHALE

Doutoranda em Arquitectura e Urbanismo - Planeamento Territorial de Regiões, pela UEM, machaieiechale@gmail.com

RESUMO

Introdução: o êxodo rural, conjugado com o crescimento desordenado da população e do parque automóvel nos centros urbanos em Moçambique tem gerado múltiplos impactos ambientais maléficos, sobretudo na circulação de pessoas e bens, prestação de serviços e alagamento das áreas habitacionais. As enxurradas e inundações cíclicas que têm assolado a cidade da Matola, ainda que o seu estudo encerre uma importância e pertinência prementes, pesquisas centradas neste desidrato são diminutas. Objectivos: a presente pesquisa visa analisar o impacto e as causas das inundações nas vias de acesso, tomando como caso de estudo a via que liga os Bairros Nkobe e Patrice Lumumba, no Município da Matola. Metodologia: para além do método exploratório alicerçado na revisão bibliográfica sobre a temática, observação directa e mapeamento da área de estudo foram adoptados com vista à

obtenção dos dados da presente pesquisa. Resultados: foi possível constatar cortes ao longo da via e acúmulo de águas pluviais estagnadas em alguns troços da mesma, incluindo a presença de várias patologias do pavimento asfáltico, levando esta via a condições críticas de transitabilidade. Conclusoes: a via não reúne condições de transitabilidade devido às precipitações intensas ocorridas na época chuvosa, agravadas pela falta de sistema de drenagem das águas pluviais ao longo da mesma, que se agudiza em situações de extrema precipitação, a par do nível de impermeabilização do solo e da exacerbada expansão urbana.

Palavras-Chave: Inundações Urbanas; Vias de Acesso; Municipio da Matola

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

161

IMPACTO DO SANEAMENTO BÁSICO NA REGIÃO COSTEIRA DO DISTRITO DE MOMA NO CONTEXTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Isaias SOUSA[1], Cremildo MARTINHO[2], Célia DAVID[3], Xavier TINDIO[4], Pelton HORÁCIO[5]

1 Universidade Rovuma. isousa@unirovuma.ac.mz
2 Universidade Rovuma. cmartinho@unirovuma.ac.mz
3 Universidade Rovuma. celiadavid@unirovuma.ac.mz
4 Universidade Rovuma. xaviertindio@gmail.com
5 Universidade Rovuma: Horácio, Pelton (phoracio@unirovuma.ac.mz)

RESUMO

Este estudo aborda a questão do impacto do saneamento básico na região costeira do distrito de Moma no contexto das mudanças climáticas, entre 2024 e 2025, com finalidade de identificar vulnerabilidades nas componentes de Saúde Pública, Qualidade da água e na adaptação às mudanças climáticas de forma a se propor soluções sustentáveis para a problemática do saneamento básico. A caracterização da costa do Distrito de Moma, situado na Província de Nampula, é fundamental para o desenvolvimento do trabalho considerando os aspectos como do clima da região, que influencia diretamente os ecossistemas e a vidas das comunidades e, ainda é importante considerar as variações climáticas, como chuvas, ventos e temperaturas, outro aspecto a considerar é o da topografia da região, incluindo elevações e relevos, propician inundações e a erosão. Em resumo, a caracterização detalhada da costa de Moma fornece informações essenciais para o desenvolvimento sustentável e a adaptação às mudanças climáticas. O saneamento na região costeira do Distrito de Moma, é um fator crítico para a saúde pública e a preservação ambiental, isto devido à falta de infraestruturas adequadas que podem levar à contaminação da água e à disseminação de doenças. E para tal surge a necessidade de se investir em infraestruturas de saneamento de forma a proteger a saúde, o meio ambiente e a resiliência das comunidades para garantir um ambiente saudável e sustentável.

Palavras-Chave: Moma, impacto, saneamento básico, mudanças climáticas e região costeira.

175

GESTÃO DA ÁGUA: DESAFIOS NA INTEGRAÇÃO DAS ZONAS COSTEIRAS

Ramiro NEVES[1,9] @, Ana Carla GARCIA[2,9], Carlos COELHO[3,9], Filipa OLIVEIRA[4,9], José Luís PINHO[5,9], Luciana das NEVES[6,9], Márcia LIMA[3,9], Óscar FERREIRA[7,9], Paulo ROSA-SANTOS[6,9], Tiago FERRADOSA[6,9], Rui LANÇA[8,9]

@ Autor correspondente: ramiro.neves@tecnico.ulisboa.pt
1 MARETEC, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, Lisboa, Portugal.
2 SEAPOWER, Incubadora de Empresas da Figueira da Foz, Rua das Acácias Lote, 40A 3090-380 Figueira da Foz, Portugal.
3 RISCO & Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Aveiro, Campus Universitário de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal.
4 Departamento de Hidráulica e Ambiente, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. do Brasil 101, 1700-066, Lisboa, Portugal.
5 Centro de Território, Ambiente e Construção (CTAC), Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Campus de Azurém, Guimarães, 4800-058, Portugal.
6 Department of Civil Engineering, FEUP—Faculty of Engineering, University of Porto, Rua Dr. Roberto Frias, s/n, 4200-465 Porto, Portugal.
7 Centro de Investigação Marinha e Ambiental (CIMA/ARNET), Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, 8005-139, Faro, Portugal.
8 Universidade do Algarve, Escola Superior de Engenharia, Campus da Penha, 8005-139 Faro, Portugal.
9 Comissão Especializada das Zonas Costeiras e do Mar (CEZCM) da APRH.

RESUMO

Secas, escassez de água e cheias, são três aspetos cruciais na gestão de recursos hídricos, que podem resultar em pressão acrescida sobre os ecossistemas costeiros. Estes problemas são frequentemente identificados como podendo ser agravados pelas consequência das alterações climáticas. Contudo, as alterações socioeconómicas que resultaram na migração de parte importante da população de zonas rurais para zonas urbanas, com duas grandes consequências diretas: (1) a industrialização da agricultura para produção de alimentos e (2) a urbanização que conduziu (2a) à impermeabilização de grandes áreas do território e (2b) à ocupação de leitos de cheia, tendo ambas contribuído para o aumento da severidade das cheias e das inundações urbanas. A primeira consequência resultou na necessidade de armazenamento da água com modificações dos regimes fluviais e a segunda apresenta-se como especialmente relevante para a necessidade de adaptação nas cidades que se desenvolvem em margens estuarinas e costeiras.

O armazenamento e utilização de água doce nas bacias hidrográficas para produção de alimentos resulta na redução dos caudais fluviais para as zonas costeiras com impacto nos ecossistemas marinhos, quer pela redução do aporte de sedimentos à plataforma costeira, quer pelo aumento da carga de nutrientes que poderá induzir eventuais problemas de eutrofização.

Sendo a atividade agrícola indispensável, a aquicultura multitrófica em ambientes costeiros poderá ser uma forma de aliviar as pressões resultantes da agricultura tradicional, reduzindo a pressão sobre o consumo de água para irrigação, permitindo ainda remover nutrientes em águas costeiras.

Os problemas identificados requerem uma visão holística na perspetiva da gestão de recursos hídricos em que o conceito de região hidrográfica introduzido pela DQA deverá ser de facto assumido e refletido nos instrumentos de planeamento. A complexidade dos problemas referidos requer a adoção de tecnologias avançadas que permitam a sua análise adequada, integrando as bacias hidrográficas e as zonas costeiras adjacentes. Um desafio cuja resposta passará certamente pela crescente digitalização dos sistemas mencionados e disponibilização de ferramentas para a respetiva simulação.

Palavras Chave – Zonas costeiras, gestão da água na região hidrográfica, digitalização.

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

180

AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE DA PRAIA DA VITÓRIA (TERCEIRA, AÇORES) AOS GALGAMENTOS COSTEIROS

Larize LIMA[1] @, Conceição FORTES[1], Ana Catarina ZÓZIMO[1], Liliana PINHEIRO[1]

@ Autor correspondente: llima@lnec.pt
1 NPE/DHA/LNEC – Núcleo de Portos e Estruturas Marítimas/ Departamento de Hidráulica e Ambiente/ Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, Portugal

RESUMO

Este trabalho[1] apresenta o estudo da vulnerabilidade da Praia da Vitória (Terceira, Açores) aos galgamentos costeiros, por meio de uma metodologia SIG aplicando álgebra de mapas. A metodologia empregada em Praia da Vitória foi adaptada daquela adotada pela GRAFCAN (Cartográfica de Canarias, S.A, 2023), no âmbito do projeto LIFE-GARACHICO, em sua área piloto - Garachico, Tenerife, Ilhas Canárias.

A Praia da Vitória é uma comunidade exposta a eventos de galgamento costeiro. Para avaliar a vulnerabilidade desta comunidade a estes eventos, fatores como a altimetria, as características das edificações urbanas (densidade e antiguidade), o patrimônio cultural e natural, o uso e ocupação da terra, bem como as características da população (densidade e proporção de dependentes) foram considerados. A metodologia aplicou uma média ponderada desses seis fatores para estimar a vulnerabilidade total da área de estudo a eventos de galgamento. Os resultados mostram que a vulnerabilidade média na Praia da Vitória é, em geral, classificada como baixa a média, tornando-se ligeiramente mais alta perto da linha costeira (até os 20m de elevação), o que, dependendo da probabilidade de ocorrência de galgamento de ondas, pode aumentar o risco de inundação costeira.

A metodologia empregada, que se utiliza de um software gratuito (QGIS[2], versão Lima: 3.32.3) e dados sociodemográficos georreferenciados comumente disponíveis, é apropriada para gerentes de risco e autoridades municipais em escala local. Ademais, o mapa de vulnerabilidade final também pode ser aplicado na estimativa de outros tipos de risco, além dos galgamentos e da inundação costeira.

Palavras-chave – Vulnerabilidade, galgamentos costeiros, metodologia SIG, álgebra de mapas, Praia da Vitória.

1 Este trabalho foi apoiado pelo projeto "Coastal Flooding Adaptation to Climate Change through Flexible Strategies in Macaronesia Urban Areas - LIFE-GARACHICO (LIFE20 CCA/ES/001641)", um projeto cofinanciado pelo Programa LIFE com uma contribuição financeira de 55% da UE.

2 QGIS Development Team, 2021. QGIS Geographic Information System. Open-Source Geospatial Foundation Project. In: http://qgis.osgeo.org.

182

A IMPORTÂNCIA DA INVESTIGAÇÃO NA GESTÃO DE AMBIENTES LAGUNARES: IMPACTES DA ABERTURA ARTIFICIAL DE UMA BARRA DE MARÉ – O CASO DA LAGOA DE SANTO ANDRÉ (PORTUGAL)

Anabela CRUCES[1,2 @], Conceição FREITAS[2], César ANDRADE[2], Vera LOPES[2]

@ Autor correspondente: Anabela Cruces: anabela.cruces@ulusofona.pt
1 BioRG – Faculdade de Engenharia - Centro Universitário de Lisboa (CUL) - Universidade Lusófona – Campo Grande, nº. 376, 1749-024 Lisboa, Portugal.
2 IDL - Instituto Dom Luiz e Departamento de Geologia (DG), Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Campo Grande, Edifício C6, Piso 3, 1749-016 Lisboa, Portugal.

RESUMO

Os ambientes lagunares costeiros constituem zonas húmidas de elevado valor natural, suscetíveis a impactes humanos. Como tal, carecem de uma gestão ambiental apoiada por equipas multidisciplinares, que ajudem os governantes a conciliar as necessidades de conservação destes ambientes, com a pressão antrópica resultante da sua atratividade (ex: exploração dos recursos naturais, turismo, etc.).

A Lagoa de Santo André, é um sistema lagunar localizado na margem ocidental de Portugal Continental, cerca de 80 km a Sul de Lisboa. Tem uma morfologia composta por um corpo lagunar principal e duas zonas mais alongadas ligadas ao primeiro por canais estreitos e pouco profundos. Com uma área aproximada de 2,5 km^2 e profundidades máximas inferiores a 5 m, encontra-se isolada do oceano por uma extensa barreira arenosa que é rompida anualmente, no equinócio da Primavera, por processos artificiais (antigamente com o trabalho de Homens auxiliados por bois; actualmente com recurso a maquinaria pesada).

Os registos históricos revelam que esta interferência humana se faz pelo menos desde meados do século XVII, permitindo o escoamento das águas represadas durante o Inverno, a renovação do hidrossoma lagunar e a saída/entrada de ictiofauna, fundamental para a renovação de várias espécies muito apreciadas pelos pescadores locais (ex: enguia). No entanto, a classificação desta região, em 2000, como Reserva Natural para a conservação de aves, veio criar alguns conflitos de interesses entre as comunidades locais e as autoridades que gerem a Reserva, exigindo as primeiras que "a tradição anual" se realize independentemente das condições mais ou menos favoráveis para o sucesso da abertura.

A pesquisa de variadas fontes (históricas, paroquiais, municipais, científicas, ...) de 1680 a 1992, e a investigação por nós realizada nos últimos 26 anos (1997/2024) permitiram verificar que este sistema lagunar adquire uma barra de maré aquando das aberturas artificiais: a) com dimensões (largura, profundidade) controladas pela cota do plano de água lagunar antes da abertura (mais elevado quanto maior o volume de água armazenado durante o Inverno) e pelas velocidades de escoamento da primeira descarga; b) não divagante; c) dominada pela enchente, ou seja, enchentes de curta duração com velocidades elevadas em oposição a vazantes muito prolongadas e de menores velocidades, o que conduz ao contínuo assoreamento da zona vestibular; d) que permanece ativa, na maior parte dos anos, entre uma semana e um mês, excepcionalmente dois a três meses (2001, 2003, 2010, 2013, 2021, 2024); e) que só permite a renovação do hidrossoma lagunar se estiver pelo menos cerca de um mês activa.

O funcionamento desta barra de maré tem vantagens e desvantagens e é urgente estabelecer uma lista de critérios que permitam aos decisores decidir com bases científicas a sua abertura/não abertura anual, e divulgar pelas comunidades locais os benefícios e as consequências desta interferência antrópica numa zona húmida de frágil equilíbrio.

Palavras Chave – Barra de maré, renovação do hidrossoma, assoreamento, monitorização, antrópico.

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

183

MONITORIZAÇÃO DA RENOVAÇÃO ANUAL DO HIDROSSOMA DA LAGOA DE SANTO ANDRÉ (PORTUGAL) - UM SISTEMA LAGUNAR COM BARRA DE MARÉ EFÉMERA

Anabela CRUCES[1,2 @], Maria da Conceição FREITAS[2], Elisabete MAURÍCIO[1], César ANDRADE[2], Vera LOPES[2]

@ Autor correspondente: Anabela Cruces: anabela.cruces@ulusofona.pt
1 BioRG - Faculdade de Engenharia - Centro Universitário de Lisboa (CUL) - Universidade Lusófona Campo Grande, no. 376, 1749-024 Lisboa, Portugal.
2 IDL - Instituto Dom Luiz e Departamento de Geologia (DG), Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Campo Grande, Edifício C6, Piso 3, 1749-016 Lisboa, Portugal.

RESUMO

Classificada como Reserva Natural desde 2000 para a conservação de aves, a Lagoa de Santo André, localiza-se na margem ocidental de Portugal Continental, 80 km a Sul de Lisboa. Corresponde a um sistema lagunar onde afluem cinco ribeiras instaladas numa bacia hidrográfica com 145 km2, que apresenta morfologia complexa (um corpo lagunar principal e duas zonas mais alongadas ligadas ao primeiro por canais estreitos e pouco profundos) e ocupa uma área aproximada de 2,5 km2 com profundidades máximas que não excedem os 5 m.

Encontra-se separada do oceano por uma extensa barreira arenosa, que é rompida anualmente, no equinócio da Primavera, por processos artificiais formando-se um canal de maré único por onde escoam as águas represadas durante a época pluviosa e através do qual, nos dias em que permanece ativo, se assiste à entrada e saída da maré oceânica. Este acaba por encerrar por processos naturais, em geral, ao fim de uma semana a um mês, excecionalmente dois a três meses.

O sucesso da eficiência deste canal de maré pode ser aferido pelo tempo que permanece ativo e pela taxa de renovação do hidrossoma lagunar. A monitorização anual dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos antes da abertura, durante o período de barra ativa e depois do seu encerramento, realizada por nós nos últimos 26 anos (1997/2024), permite identificar duas dinâmicas distintas consoante a taxa de renovação da água lagunar:

1. "Anos pluviosos" - maior volume de água armazenado, que corresponde a cotas elevadas do plano de água lagunar e consequentemente a maiores coeficientes hidráulicos no momento da abertura e maiores velocidades de escoamento da primeira vazante, formando- se um canal de maré profundo e largo (100 a 200 m de largura) que permanece ativo um a três meses;
2. "Anos secos" reduzido volume de água represado que escava um canal de maré de dimensões mais pequenas (10 a 50 m de largura), e que encerra naturalmente em poucas horas ou dias.

Antes da abertura do canal de maré o hidrossoma lagunar corresponde a águas doces a salobras, saturadas em oxigénio dissolvido e de maior turbidez à superfície. No entanto, pode observar-se estratificação nos locais de maior profundidade (hipolimnion com maior salinidade, anóxico, límpido). Nos anos com o canal ativo mais de um mês ("Anos Pluviosos") assiste-se à renovação da água lagunar, adquirindo características idênticas às das águas oceânicas, embora a renovação seja mais lenta nos locais mais confinados. Nos anos com canal ativo menos de um mês ("Anos Secos"), a renovação é incompleta e pode ser inexistente nas zonas mais confinadas e mesmo no corpo lagunar principal. Nestes anos, assiste-se principalmente ao esvaziamento da laguna e deve considerar-se a pertinência da abertura anual, uma vez que após o encerramento do canal o volume do hidrossoma pode ser residual, comprometendo as condições para a sobrevivência das espécies que dependem desta zona húmida.

Palavras Chave - monitorização, laguna, hidrossoma, canal de maré, conservação, reserva natural.

184

CARBONO AZUL NOS SAPAIS DO ESTUÁRIO DO MINHO (PORTUGAL)

Vera LOPES[1] @, Maria da Conceição FREITAS[1], Xosé Lois OTERO[2]

@ Autor correspondente: Vera Lopes: vplopes@fc.ul.pt

1 IDL - Instituto Dom Luiz e Departamento de Geologia (DG), Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Campo Grande, Edifício C6, Piso 3, 1749-016 Lisboa, Portugal.

2 CRETUS. Departamento de Edafoloxía e Química Agrícola, Facultade de Bioloxía, Universidade de Santiago de Compostela, Galicia, Spain.

RESUMO

Os sapais são um dos três ecossistemas costeiros, além dos mangais e pradarias marinhas, de armazenamento de carbono azul (CA), o qual corresponde ao carbono sequestrado da atmosfera por estes mesmos ecossistemas. A sua proteção e recuperação constitui uma solução baseada na natureza para a mitigação das alterações climáticas (MAC), proteção da biodiversidade marinha (habitat/fornecimento de alimentos), estabilização de meios de subsistência através da proteção costeira (tempestade/inundações) e apoio a outras necessidades como segurança alimentar a partir dos oceanos. A quantificação do CA no âmbito da MAC é muito importante de forma a conhecer os stocks nestes ecossistemas e consequentemente o potencial de emissões de CO2 libertados para a atmosfera com a sua destruição.

Este trabalho pretende quantificar o CA armazenado (na biomassa e sedimentos) nos sapais do estuário do Rio Minho, localizado no norte de Portugal (na zona de fronteira com Espanha), com uma área de 500 ha. Os sapais estudados localizam-se tanto na margem esquerda do estuário, na zona de confluência do Rio Coura com o Rio Minho como na margem direita, em território espanhol.

Foram recolhidas amostras de biomassa em diferentes manchas de espécies vegetais (Phragmites australis, Bolboschoenus maritimus, Juncus maritimus e Sporobolus pumilus) e de sedimentos em 18 locais. Em cada local recolheram-se três tipos de amostra vegetal: parte aérea (PA), manta morta (MM) e parte subterrânea (PS)) e realizou-se um perfil vertical com 1m de profundidade com recolha de sedimento em seções de 20 cm. As manchas vegetais foram cartografadas em ambiente QGIS v.3.28.2 recorrendo a ortofotomapas com várias resoluções e datas e com validação no terreno.

Os resultados obtidos mostram que o valor de CA armazenado na biomassa é de 14505±19 Mg C (16%), sendo a maior parte armazenada na PS (61%) em todas as espécies e que a Sporobolus pumilus é a que mais contribui para esse valor. Os sedimentos armazenam um total de 75948±19 Mg C (84%) sendo as espécies Juncus maritimus (33%) e Sporobolus pumilus (31%) as que mais contribuem para este armazenamento. Estes sapais armazenam 90453±192 Mg C contendo um potencial de emissões de CO2 no valor de 331962±19 Mg CO2. Este valor é equivalente às emissões de gases com efeito de estufa de 78936 veículos de passageiros a gasolina (durante 1 ano) ou às emissões de gases com efeito de estufa evitadas por 87,3 turbinas eólicas (durante 1 ano).

Palavras Chave – Carbono azul, sapais, estuário, alterações climáticas, biomassa, sedimentos.

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

190

METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DE INTERVENÇÃO NAS ZONAS COSTEIRAS BASEADAS EM ANÁLISE CUSTO BENEFÍCIO

Carlos COELHO[1,9], Márcia LIMA[1,9], Ana Carla GARCIA[2,9], Filipa OLIVEIRA[3,9], José Luís PINHO[4,9], Luciana das NEVES[5,9], Óscar FERREIRA[6,9], Paulo ROSA-SANTOS[5,9], Ramiro NEVES[7,9 @], Tiago FERRADOSA[5,9], Rui LANÇA[8,9]

@ Autor correspondente: ramiro.neves@tecnico.ulisboa.pt
1 RISCO & Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Aveiro, Campus Universitário de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal.
2 SEAPOWER, Incubadora de Empresas da Figueira da Foz, Rua das Acácias Lote, 40A 3090-380 Figueira da Foz, Portugal.
3 Departamento de Hidráulica e Ambiente, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. do Brasil 101, 1700-066, Lisboa, Portugal.
4 Centro de Território, Ambiente e Construção (CTAC), Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Campus de Azurém, Guimarães, 4800-058, Portugal.
5 Department of Civil Engineering, FEUP—Faculty of Engineering, University of Porto, Rua Dr. Roberto Frias, s/n, 4200-465 Porto, Portugal.
6 Centro de Investigação Marinha e Ambiental (CIMA/ARNET), Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, 8005-139, Faro, Portugal.
7 MARETEC, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, Lisboa, Portugal.
8 Universidade do Algarve, Escola Superior de Engenharia, Campus da Penha, 8005-139 Faro, Portugal.
9 Comissão Especializada das Zonas Costeiras e do Mar (CEZCM) da APRH.

RESUMO

Face às previsões de evolução da linha de costa e considerando a importância das zonas costeiras (ZC) em termos sociais, económicos e patrimoniais, torna-se essencial desenvolver intervenções eficazes para combater a erosão e os galgamentos. Os elevados custos associados à construção e manutenção de defesas costeiras requerem uma análise aprofundada das áreas de maior risco e das soluções a serem implementadas. A adoção de políticas proativas, em alternativa a políticas ditas reativas, é crucial, baseando-se na prevenção, proteção, relocalização ou acomodação.

As intervenções propostas devem ser comparadas com o cenário de não intervenção ("do nothing") ou a manutenção das estratégias atuais, permitindo a realização de análises custo-benefício (ACB). Metodologias que identifiquem zonas de alto risco, dimensionem intervenções, avaliem impactos na linha de costa e estimem custos e benefícios são fundamentais para a tomada de decisão na gestão das ZC. A ACB utiliza a unidade monetária para avaliar benefícios e custos, necessitando de atualizar valores para um ano de referência e considerando um horizonte temporal adequado para a sustentabilidade das ZC a longo prazo.

A viabilidade económica das intervenções é avaliada pelo valor atual líquido e pelo rácio benefício-custo. Os custos totais incluem construção, manutenção periódica e impactos económicos, sociais, culturais e ambientais, variando conforme o tipo de intervenção. A quantificação dos benefícios baseia-se no balanço de áreas ganhas ou perdidas e no valor monetário atribuído ao território em €/m²/ano, uma tarefa complexa que deve envolver diferentes stakeholders e variáveis.

Apesar de todas as incertezas e custos inerentes, as ACB apresentam-se como uma mais-valia importante no auxílio à gestão costeira, fornecendo dados preponderantes para auxiliar as entidades responsáveis nas opções estratégicas adotadas para a gestão eficaz e sustentável do litoral. Por isso, a APA (Agência Portuguesa do Ambiente), responsável pela implementação das políticas de ambiente na ZC, tem vindo requerer ACB em concursos públicos para intervenções na ZC.

Palavras Chave – Erosão costeira, alterações climáticas, gestão das zonas costeiras, viabilidade económica.

214

APLICAÇÃO DE MODELO HIDROLÓGICO PARA ESTIMATIVA DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA NA REGIÃO METROPOLITANA DE RECIFE-PE

Jhonny Matheus Marinho SILVA[1], Candice Schauffert GARCIA[2 @], Maíra Martim de MOURA[3], Karen Sayuri Ito SAKURAI[4]

@ Autor correspondente: csgarcia@rhaengenharia.com.br
1 RHA Engenharia e Consultoria, Curitiba, Brasil
2 RHA Engenharia e Consultoria, Curitiba, Brasil
3 RHA Engenharia e Consultoria, Curitiba, Brasil
4 RHA Engenharia e Consultoria, Curitiba, Brasil

RESUMO

Este estudo foi desenvolvido no âmbito da elaboração do Plano Hidroambiental para as Unidades de Planejamento (UPH) 02 – Metropolitana Norte e 04 – Metropolitana Sul, como ferramenta de apoio à gestão das zonas costeiras, localizadas na região metropolitana de Recife, em Pernambuco. O projeto foi elaborado pela RHA Engenharia e Consultoria SS Ltda

para a Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC), Governo do Estado de Pernambuco, Brasil.

As áreas de estudo compreendem pequenas bacias litorâneas, com características semelhantes de relevo, solo e uso da terra, mas com baixa disponibilidade de dados hidrológicos. O modelo hidrológico MGB foi calibrado na UPH-04, onde se dispõem as principais estações hidrométricas, e os parâmetros ajustados foram aplicados na simulação da UPH-02, permitindo estender os resultados para áreas com pouca ou nenhuma informação de monitoramento hidrológico.

Foram utilizadas duas estações no rio Pirapama, considerando sua posição na paisagem: uma na parte alta (Cachoeira Tapada – 39192000) e outra no trecho médio (Destilaria Inexport – 39195000), permitindo a calibração para diferentes condições de drenagem.

As funções objetivo para a verificação do desempenho do modelo foram o coeficiente de Nash Sutcliffe (NSE), o logaritmo do coeficiente de Nash-Sutcliffe (NSELOG) e o erro percentual de volume (PBIAS), obtendo-se desempenho satisfatório na representação das vazões observadas. Os resultados da calibração para a série de vazões diárias contemplam NSELOG da ordem de 0,677 e 0,709, enquanto os resultados da validação também apresentaram valores de NSELOG satisfatórios, na ordem de 0,789 e 0,609, respectivamente para as estações 39192000 e 39195000.

O modelo apresentou dificuldades em representar as vazões de pico, devido ao fato de as áreas de drenagem nos pontos estudados serem muito pequenas. Nessas condições, o tempo de resposta da bacia a um evento hidrológico é rápido, muitas vezes ocorrendo em intervalo sub-diário. Considerando que o MGB-IPH opera com dados de precipitação em escala diária, o modelo nem sempre consegue representar adequadamente esses picos. No entanto, os resultados revelam o potencial de aplicação do MGB-IPH como instrumento de apoio à análise da disponibilidade hídrica, especialmente em bacias com baixa disponibilidade de dados hidrológicos.

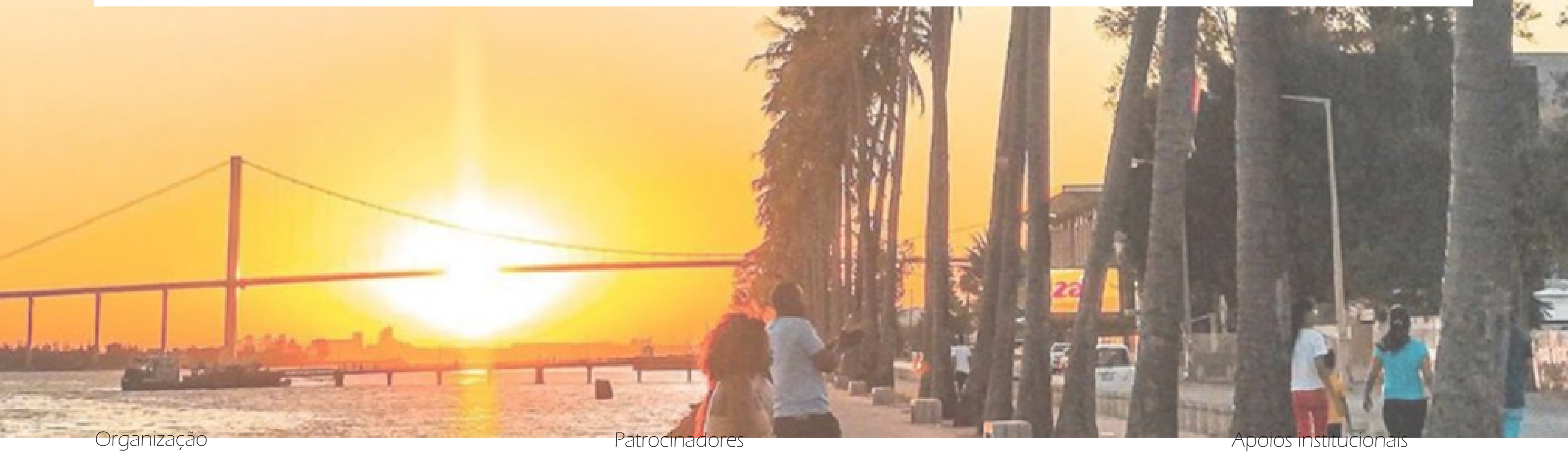
Palavras Chave – modelo hidrológico, MGB-IPH, disponibilidade hídrica, Recife-PE, gestão de recursos hídricos.

16.º SILUSBA
XI CPGZC • 2025, Maputo

PROGRAMA

	25 MAIO (Domingo)	26 MAIO (2.ª feira)	27 MAIO (3.ª feira)	28 MAIO (4.ª feira)	29 MAIO (5.ª feira)	30 MAIO (6.ª feira)
7:30 -8:30		**Sessão de Abertura** Presidida por Sua Excelência o Presidente da República de Moçambique				
8:30 -10:00		**Sessão Introdutória**	**Sessão Plenária 2** Fenómenos Hidrológicos e de Erosão Extremos	**Sessão Plenária 3** Fenómenos Hidrológicos e de Erosão Extremos	**Sessão Plenária 4** Governança da Água e do Litoral – da origem até ao mar	**Dia destinado ao programa social**
10:00 – 10:30		Café	Café	Café	Café	
10:30 – 12:30		**Sessão Plenária 1** Cooperação Internacional para a Água e Zonas Costeiras	Visita técnica	Sessão Paralela S3 Sessão Paralela ZC3	Sessão Paralela S6 Sessão Paralela S7	
12:30 – 14:00		Almoço		Almoço	Almoço	
14:00 – 15:30		Sessão Paralela S1 Sessão Paralela ZC1		Sessão Paralela S4 Sessão Paralela ZC4	Sessão Paralela S8 Sessão Paralela (a definir)	
15:00	**Sessão de Abertura** Activação do secretariado, Registo e inscrições					
15:30 – 16:00		Café	Café	Café	Café	
16:00 – 17:30		Sessão Paralela S2 Sessão Paralela ZC2		Sessão Paralela S5 Sessão Paralela ZC5	**Sessão de Encerramento** (seguido de Jantar de Encerramento)	

Nota: Sessões paralelas (S - SILUSBA / ZC - Zonas costeiras)



Organização

Patrocinadores

Apoios Institucionais