



**XVI SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE**  
**15º SIMPÓSIO DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS DOS PAÍSES**  
**DE LÍNGUA PORTUGUESA**

**A EXPERIÊNCIA DO LNEC NAS BACIAS DO CUNENE E CUELAI**  
**AVALIAÇÃO E MODELAÇÃO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS E**  
**SUBTERRÂNEAS: SOLUÇÕES PARA MITIGAÇÃO DE CHEIAS E SECAS,**  
**BALSEQ E GABA-IFI**

*João Paulo Lobo Ferreira, Presidente da Comissão Directiva da APRH de 1992 a 1994, Dr.-Ing. Habil., Membro do Conselho Nacional da Água, Investigador-Coordenador do LNEC, Coordenador do Gabinete de Apoio às Parcerias para Investigação (2013-2022) e Chefe de Núcleo de Águas Subterrâneas do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (1991-2013), Av. do Brasil, 101, 1700-066, Lisboa, Portugal, [lferreira@lnec.pt](mailto:lferreira@lnec.pt)*

**RESUMO** – Saúdo calorosamente os participantes do 15º SILUSBA para apresentar a experiência do LNEC nas bacias do Cunene e Cuvelai nomeadamente sobre a avaliação e modelação de águas superficiais e subterrâneas, soluções para mitigação de cheias e secas e os modelos BALSEQ e GABA-IFI. Saliento a boa cooperação desenvolvida por Portugal e Angola com os nossos Países Irmãos da CPLP nos SILUSBAs, os Simpósios de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa. Realço o 9º SILUSBA realizado em Benguela em 2009. Passaram 25 anos desde que, em Abril de 1994, a Comissão Directiva da Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos (APRH), a que tive a honra de presidir, e a Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH), lançaram o bem sucedido desafio de incorporar os novos Países da CPLP na organização dos SILUSBAs. Em 2019, como Presidente da Comissão Organizadora Internacional no 14º SILUSBA em Cabo Verde, escolhi o tema "SILUSBA 25 anos construindo a Comunidade da Água da CPLP". Realço que os SILUSBAs têm como objectivos principais promover o avanço do conhecimento nos domínios da Hidráulica e dos Recursos Hídricos; promover o intercâmbio de ideias e de experiências nos domínios da Hidráulica e dos Recursos Hídricos; e estimular acções de formação, de investigação e de desenvolvimento de interesse comum. É esse o espírito desta minha apresentação de hoje.

**ABSTRACT**– I warmly welcome the participants of the 15<sup>th</sup> SILUSBA session to present the experience of LNEC in the Cunene and Cuvelai basins, namely on the assessment and modeling of surface and groundwater, solutions for the mitigation of floods and droughts and the BALSEQ and GABA-IFI models . I emphasize the good cooperation developed by Portugal and Angola with our sister countries of the CPLP in the SILUSBAs, the Hydraulics and Water Resources Symposia in Portuguese-speaking Countries. I would like to highlight the 9th SILUSBA held in Benguela in 2009. It has been 25 years since, in April 1994, the Board of Directors of the Portuguese Water Resources Association (APRH), which I had the honor of chairing, and the Brazilian Water Resources Association (ABRH), launched the successful challenge of incorporating the new CPLP countries into the organization of SILUSBAs. In 2019, as President of the International Organizing Committee at the 14th SILUSBA in Cape Verde, I chose the theme "SILUSBA 25 years building the CPLP Water

Community". of Water Resources; to promote the exchange of ideas and experiences in the fields of Hydraulics and Water Resources; and to stimulate training, research and development activities of common interest. This is the spirit of my presentation today.

**Palavras-Chave** – Cooperação LNEC-Universidade Agostinho Neto, modelação de águas subterrâneas, gestão da recarga de aquíferos, vulnerabilidade à poluição de aquíferos, mitigação das cheias na bacia do Cuvelai.

## 1. INTRODUÇÃO

A seca é um fenómeno natural na região do Mediterrâneo, tanto na Europa como no Norte de África, e também no sul de Angola. É uma situação recorrente que exige soluções e medidas de mitigação. Não obstante, espera-se agora que a variabilidade e as alterações climáticas aumentem as inundações e as secas; portanto, a capacidade adicional de armazenamento para incorporar o excesso de água dos anos húmidos também nos sistemas aquíferos, é uma obrigação também ética para se aumentar a segurança do abastecimento de água e melhorar a adaptação às alterações climáticas. A produção de água reutilizável a partir de águas residuais e a utilização de recursos hídricos não-convencionais alternativos, e.g. a recolha da precipitação de tetos de estufas, necessita de investigação adicional, também para preservação de ecossistemas dependentes das águas subterrâneas. Novas tecnologias verdes, soluções baseadas na natureza, novos conceitos, como o relacionado com as “Cidades Esponja” na China, e tecnologias inovadoras estão a ser já implementadas na Europa, estando intimamente ligadas às ações de adaptação e mitigação das alterações climáticas.

Para uma selecção sólida dos métodos mais apropriado para construir instalações de Gestão da Recarga de Aquíferos (também designada por Recarga Artificial de Aquíferos), foram desenvolvidas várias experiências na região sul de Portugal, pelo LNEC e pela Universidade do Algarve, em ligação com a APAmbiente Algarve e as Águas do Algarve. As taxas de infiltração obtidas em múltiplas instalações experimentais são muito promissoras, dependendo não apenas das cargas hidráulicas, mas também do tipo de instalações de recarga (em noras e furos, bacias de recarga, infiltração em zonas cársicas ou em leito de rios), e do tipo de solos disponíveis regionalmente. Os resultados obtidos permitiram o desenvolvimento de gráficos e tabelas originais que foram publicados em congressos internacionais e em revistas da especialidade.

Paralelamente, foi desenvolvido um novo método pelo LNEC, denominado GABA-IFI, visando a identificação preliminar das áreas candidatas à instalação de sistema de recarga artificial de águas subterrâneas (disponível em <https://www.aprh.pt/9silusba/COMUNICACOES/39.pdf>). Esta metodologia parece adequada à mudança de paradigma das cheias serem apenas um desastre

hidrológico natural para passarem a ser uma fonte de água adicional para fazer face às situações posteriores de secas regionais, também no sul de Angola. Sugere-se a incorporação de águas fluvias, em alturas de cheia, em pequenas barragens em forma de meia lua abertas para montante, com poços nas albufeiras, visando a recarga do aquífero subjacente, permitindo contribuir para a mitigação das secas ao mesmo tempo que se minimizam os efeitos nocivos das cheias na cidade de Ondjiva. Na parte final da conferência apresentar-se-ão sugestões técnico-científicas para mitigação de cheias no rio Cuvelai.

## 2. ENQUADRAMENTO/METODOLOGIA

### 2.1 O modelo BALSEQ para avaliação da recarga de aquíferos em cenários de alterações climáticas

O LNEC desenvolveu estudos para avaliação de Recursos Hídricos Superficiais e Subterrâneos da bacia hidrográfica do rio Cunene. Em relação às águas subterrâneas foi feita a avaliação das recargas médias e extremas dos sistemas aquíferos na bacia utilizando o modelo BALSEQ (LOBO-FERREIRA, 1981, cf. Figura 1, extraído de NOVO e LOBO FERREIRA, 1996):

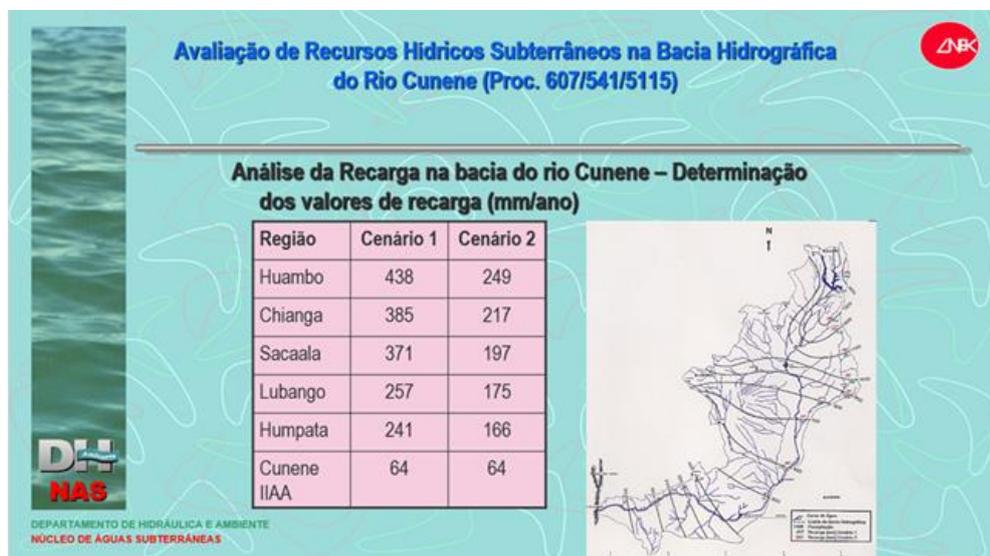


Figura 1 – Avaliação da recarga na bacia do rio Cunene (Cenário 1: nas secções das barragens da cabeceira da bacia considerou-se que o escoamento superficial medido não inclui a recarga; cenário 2: idem incluindo a recarga, extraída de NOVO e LOBO FERREIRA, 1996)

Em condições de alterações climáticas os parâmetros climáticos são modificados, tendo impactos directos sobre a evapotranspiração e a recarga. Existe ainda um impacto associado, que é o devido à modificação do coberto vegetal, modificação essa que afectará os volumes de evapotranspiração, escoamento superficial, teor de água no solo e, em consequência, a recarga. De acordo com estudos de OLIVEIRA *et al.* (2012) para o horizonte de 2050 prevê-se que a recarga

média do sistema aquífero de Torres Vedras em Portugal seja entre 84% e 98% da recarga do período 1979-2009, dependendo das séries de precipitação, temperaturas, e de evapotranspirações de referência utilizadas. Para o horizonte de 2080, dependendo das séries climáticas utilizadas, a recarga média será de 60% a 82% da recarga do período 1979-2009. É impressionante a redução potencial esperada de recarga de aquíferos que se pode observar na Figura 2.

## 2.2 A Gestão da Recarga de Aquíferos como solução para mitigação do efeito das alterações climáticas

A seleção da temática Gestão da Recarga de Aquíferos pela European Innovation Partnership on Water (EIP Water AG 128 MARtoMARKet, cf. [https://www.eip-water.eu/MAR\\_Solutions](https://www.eip-water.eu/MAR_Solutions) ) em complementaridade com o projecto MARSOL ( [http://www.marsol.eu/files/marsol\\_newsletter-issue01.pdf](http://www.marsol.eu/files/marsol_newsletter-issue01.pdf) ) no LNEC deve-se ao facto de se ter tornado, quando utilizável, numa das melhores soluções técnica para uma moderna gestão integrada dos Recursos Hídricos, visando a mitigação dos impactos negativos das Alterações Climáticas.

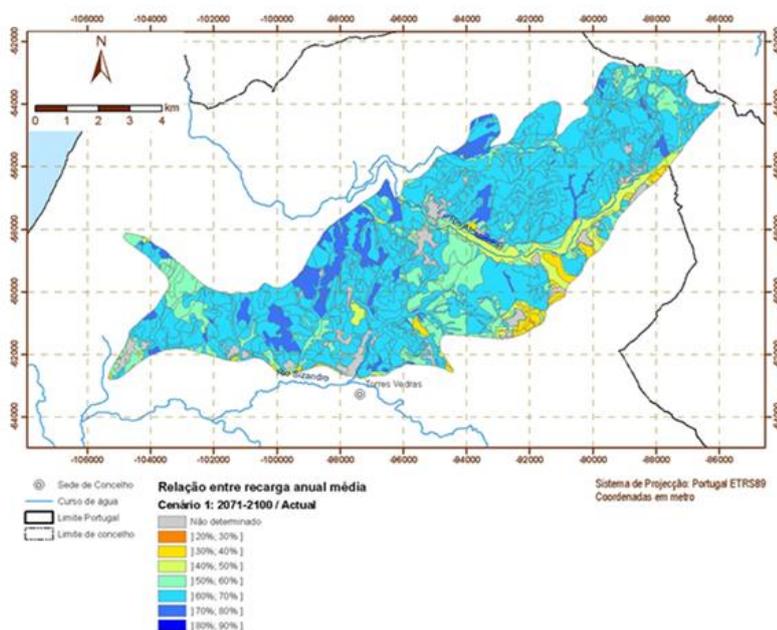


Figura 2 – Relação entre a recarga média anual atual e a esperada para o Cenário 1 em 2071-2100 do sistema aquífero de Torres Vedras (extraída OLIVEIRA et al. 2012)

Como a variabilidade e alguns impactos negativos das Alterações Climáticas estão a aumentar rapidamente, tanto em escala como em intensidade, torna-se cada vez mais importante fomentar a "inovação na ação água", incorporando "soluções tecnológicas" permanentes e apropriadas às condições hidrogeológicas e climatéricas regionais (cf. <http://www.ppa.pt/wp->

content/uploads/2015/07/PIANO-presentation-WP2-LNEC\_JM.pdf). Visa-se o aumento da disponibilidade de água para setores económicos importantes, a melhoria da saúde humana e do bem-estar, e o aumento da sustentabilidade dos ecossistemas e da biodiversidade. Apresentações do projeto MARSOL no Mid-term Consortium meeting de Lisboa (Figura 3) podem ser vistas em <https://www.eip-water.eu/algarve-water-quality-workshop-great-success>.



### 2.3 Reflexões sobre a quantidade e a qualidade das águas subterrâneas em cenários de alterações climáticas

Estudos desenvolvidos no LNEC (cf. [https://www.aprh.pt/9sas/pdf/lobo\\_ferreira.pdf](https://www.aprh.pt/9sas/pdf/lobo_ferreira.pdf)) e noutras instituições de investigação do estado e nas universidades constatámos que as principais alterações em termos de quantidade de águas subterrâneas advêm de mudanças nos processos de recarga que conduzem a alterações da profundidade ao nível piezométrico e das interfaces entre águas superficiais e águas subterrâneas, com alteração dos caudais de descarga dos aquíferos para os rios, bem como nas interfaces entre água doce e água salgada em aquíferos costeiros e zonas estuarinas. O aumento dos fenómenos extremos de precipitação, mesmo que para idênticos volumes anuais, pode causar o decréscimo da recarga de águas subterrâneas em virtude da capacidade de infiltração do solo ser excedida com mais frequência, favorecendo o escoamento superficial em detrimento da recarga. Em Portugal, para a qualidade de águas subterrâneas, o ligeiro aumento do escoamento superficial e da recarga e de humidade do solo, esperado para o período do Inverno e Primavera, pode ter como efeito negativo o incremento de transporte de poluentes resultantes da maior capacidade erosiva e de transporte. Também o facto do nível piezométrico estar temporariamente mais próximo da superfície do solo favorece o transporte de nutrientes, carbono orgânico dissolvido, patogénicos, pesticidas e sais (entre outros elementos químicos resultantes da ocupação da bacia hidrográfica) para níveis mais profundos, elevando a concentração de poluentes na água e pondo em perigo a saúde humana e dos ecossistemas e a fiabilidade dos sistemas de abastecimento de água. Contrariamente, maiores

escoamentos superficiais e recarga em determinados períodos podem aumentar a capacidade de diluição de poluentes e contribuir para uma melhoria da qualidade das águas subterrâneas. Por outro lado, se o aumento da recarga pode trazer benefícios e desvantagens para a qualidade das águas subterrâneas, também a diminuição da recarga e da humidade do solo previstas para a época de estiagem o podem (ver Figura 3).

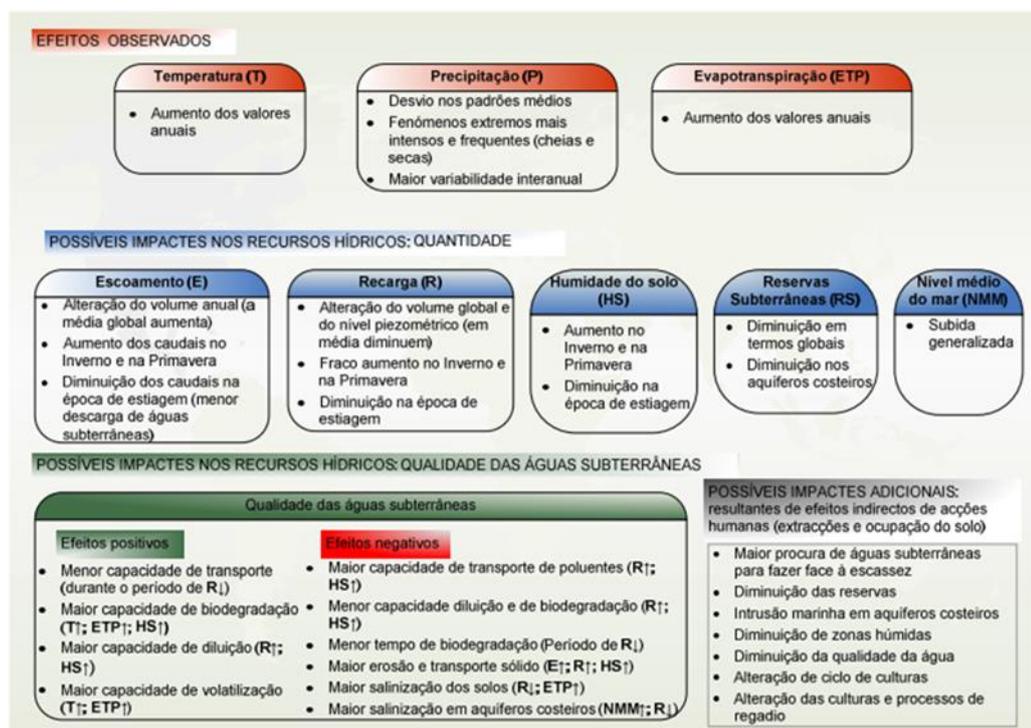


Figura 3. Síntese dos principais efeitos das alterações climáticas e seus possíveis impactos nos recursos hídricos (extraída de Leitão, 2010)

Assim, por um lado a redução da recarga e da humidade do solo podem conduzir a 14 efeitos negativos como a redução da capacidade de diluição de poluentes, da sua assimilação por parte do meio poroso envolvente e da capacidade de biodegradação, bem como ao aumento da salinização dos solos quer como resultado da elevada evapotranspiração em solos agrícolas, em especial em zonas áridas e semiáridas, quer como resultado da desestabilização do balanço hídrico em aquíferos costeiros. Há, contudo, um efeito positivo que poderá resultar da diminuição da recarga para períodos mais curtos e que se deve à menor capacidade e tempo de transporte de poluentes a partir da superfície, permitindo assim mais tempo para a sua degradação. O efeito do aumento da temperatura e da evapotranspiração nem sempre conduz a resultados negativos. De facto, o seu aumento pode ter como consequência um incremento da capacidade de biodegradação e de volatilização de diversos poluentes, nomeadamente de compostos orgânicos e de pesticidas, devido às temperaturas mais

elevadas. Em síntese, os impactos previstos em resultado de um clima mais seco revelam as seguintes alterações negativas prováveis, por vezes com efeitos antagónicos, com relação direta com a quantidade e qualidade das águas subterrâneas (OLIVEIRA, NOVO E LOBO FERREIRA, 2007; LEITÃO, 2010. [https://www.aprh.pt/9sas/pdf/lobo\\_ferreira.pdf](https://www.aprh.pt/9sas/pdf/lobo_ferreira.pdf));

- Redução do volume de recarga de aquíferos como resultado de alterações no regime de precipitação e de evapotranspiração;
- Diminuição dos níveis piezométricos, em especial nos aquíferos livres, causada pela redução da recarga e pelo aumento das taxas de evaporação;
- Redução das áreas húmidas como resultado de alterações no regime de precipitação e de evapotranspiração, e da diminuição da descarga de águas subterrâneas;
- Aumento das áreas de aquíferos costeiros sujeitos a intrusão marinha causada pela subida do nível médio da água do mar;
- Agravamento dos problemas de qualidade da água devido ao aumento de fenómenos de cheias e de erosão, nomeadamente de solos agrícolas poluídos, e à redução do escoamento nos meses de Verão;
- Maior risco de salinização dos solos causado pelo aumento das necessidades de água para irrigação e pela evapotranspiração, com possibilidade de lixiviação posterior de sais para as águas subterrâneas.

Outros aspetos a ter em consideração na qualidade das águas subterrâneas são:

- Maior capacidade de mobilização de poluentes em resultado dos níveis piezométricos estarem sazonalmente mais próximos da superfície;
- Verões mais secos que podem conduzir a uma maior facilidade de formação de fissuras em zonas argilosas, que podem servir de by-pass para entrada de poluentes nas águas subterrâneas nos períodos subsequentes de recarga.

Solos secos com uma menor capacidade de biodegradação que os solos húmidos. Importa que todas estas questões sejam aprofundadas através de trabalhos específicos realizados para diferentes aquíferos da bacia. Os trabalhos do LNEC realizados sobre a recarga de águas subterrâneas ([https://www.aprh.pt/9sas/pdf/lobo\\_ferreira.pdf](https://www.aprh.pt/9sas/pdf/lobo_ferreira.pdf)) demonstram a influência das séries de distribuição de precipitação na recarga de águas subterrâneas e a necessidade de recorrer a modelos de balanço sequencial diário que tenham em consideração a precipitação diária e a evapotranspiração, bem como a área ocupada pela vegetação e as suas características. Os mesmos autores chegam à conclusão que, para os cenários analisados, um valor de precipitação de 70% corresponde a 45% da recarga média calculada.

#### **2.4 Vulnerabilidade à poluição das águas subterrâneas: o método DRASTIC para a sua avaliação**

A vulnerabilidade pode ser definida em relação à massa de água subterrânea (aquífero) ou em relação à captação de água. Em relação à massa de água subterrânea, LOBO FERREIRA e CABRAL (1991, <https://www.aprh.pt/congressoagua98/files/com/023.pdf>) propuseram que o conceito de

vulnerabilidade à poluição de águas subterrâneas fosse definido em Portugal, como “*a sensibilidade da qualidade das águas subterrâneas a uma carga poluente, função apenas das características intrínsecas do aquífero*”. O índice DRASTIC corresponde ao somatório ponderado de sete valores correspondentes aos seguintes sete parâmetros ou indicadores hidrogeológicos ([exemplo de projeto de aplicação na China](#)): D - Profundidade do Topo do Aquífero, R - Recarga do Aquífero, A - Material do Aquífero, S - Tipo de Solo, T - Topografia, I - Influência da Zona Vadosa, C - Condutividade Hidráulica do Aquífero. Adriano Gaspar ADÃO, Professor Assistente da Universidade Agostinho Neto, estagiou no LNEC tendo desenvolvido a apresentação ao 9º SILUSBA, realizado em Benguela em 2009, “Avaliação da Vulnerabilidade à Contaminação da Faixa Oriental do Sistema Aquífero Quelo–Luanda a Partir do Índice DRASTIC” (<https://www.aprh.pt/9silusba/COMUNICACOES/99.pdf>).

### **2.5 Vulnerabilidade à intrusão marinha em aquíferos costeiros: método GALDIT para a sua avaliação**

O método GALDIT, desenvolvido por CHACHADI e LOBO FERREIRA (2001), foi aplicado com sucesso à zona costeira do aquífero Quelo-Luanda, permitindo avaliar a faixa litoral potencialmente sujeita a intrusão marinha (cf. <https://www.aprh.pt/9silusba/COMUNICACOES/38.pdf>). Os mapas GALDIT constituem instrumentos fundamentais de apoio à gestão sustentável dos aquíferos costeiros, no que concerne à proteção dos recursos hídricos subterrâneos contra a intrusão marinha.

### **3. CONCLUSÕES**

Conclusões adaptadas das apresentadas pelo autor ao Workshop Cheias no Cuvelai em Ondjiva no dia 11.07.2012:

1. É muito positivo o interesse do Ministério da Ciência e da Universidade Agostinho Neto de fomentar a investigação aplicada à resolução dos problemas das cheias nas bacias do Cunene e Cuvelai.
2. As soluções dinamicamente implementadas após as cheias de Ondjiva de 2008, integrando a anterior barragem/açude na solução dos diques de proteção, minimizam situações de risco futuras.
3. As apresentações feitas no Workshop de Ondjiva mostram que há dados, estudos e saber disponíveis para concluir a resolução de problemas das cheias do Cuvelai, em Ondjiva.
4. Sugerem-se estudos complementares:
  - a. Análise 3-D da bacia do Cuvelai procurando caracterizar aquíferos suspensos e aquíferos profundos.
  - b. Verificar a capacidade de armazenamento das zonas não-saturadas acima dos aquíferos profundos.

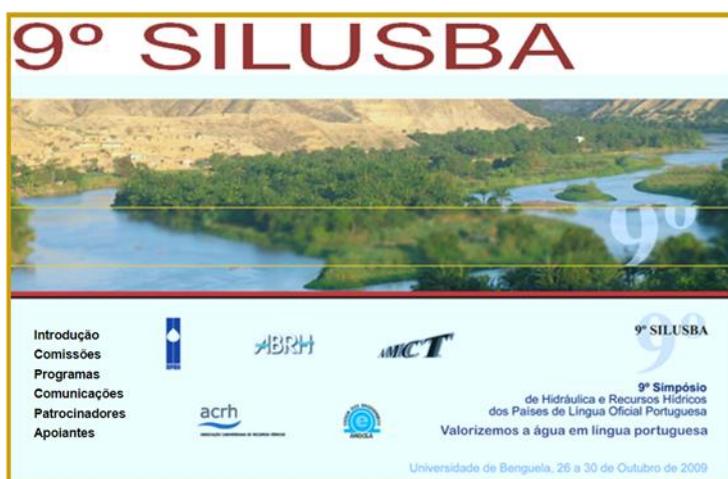
c. Analisar as possibilidades de utilização de açudes de recarga artificial (gestão da recarga de aquíferos) por construção de açudes de infiltração em locais de máxima infiltração a montante de Ondjiva.

d. Analisar técnicas que mantenham a ecologia das lagoas criadas pelas aquíferos suspensos permitindo a recarga artificial sem perturbação da ecologia regional.

e. Analisar as potenciais passagens de recursos hídricos subterraneamente das cabeceiras da bacia do Cunene para a do Cuvelai, tal como sugerido nos estudos do LNEC.

f. Estudar o efeito das alterações climáticas nos balanços hídricos das bacias do Cunene e do Cuvelai, nomeadamente as suas implicações nos escoamentos superficiais extremos (cheias) e na recarga de aquíferos.

g. Verificar, na atual situação de alterações climáticas, as implicações no ambiente e na socio-economia do Cunene e do Cuvelai.



Em relação à cooperação científica portuguesa com Angola, para complementar a acção do LNEC com a da Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos (APRH, sediada no LNEC), gostaria de apresentar, para finalizar esta comunicação, as Conclusões da Comissão Científica do 9.º SILUSBA realizado em Benguela, Angola 2009, apresentadas na

sessão de encerramento por J. P. Lobo Ferreira, e divulgadas no Boletim Informativo nº 138 da APRH em janeiro 2010. Esta síntese procura dar conta do espírito em que decorreram os trabalhos e das comunicações apresentadas nos temas recursos hídricos e ciclo urbano da água. Constatou-se a já tradicional dinâmica e vontade de partilha aberta, clara e proactiva, das experiências dos participantes, que, em paralelo com os aspetos mais técnico-científicos, apresentaram estudos de caso desenvolvidos em Angola, no Brasil, em Cabo Verde, em Moçambique e em Portugal.

Dos nove SILUSBA, três foram realizados em África. No primeiro, em Maputo, cujo foco incidiu nas questões práticas relacionadas com a reconstrução nacional dos novos estados de língua oficial portuguesa em África, cerca de 360 participantes apresentaram as suas experiências, preocupações e propostas de solução. Seguiu-se Cabo Verde onde se reconheceu a necessidade de passar à ação sempre garantindo as adequadas bases científicas. É grato verificar agora, no terceiro SILUSBA realizado em África, que este espírito de ligação à prática seja cada vez mais uma realidade. A delegação portuguesa mostrou, de forma eficiente e pragmática, o seu vasto conhecimento da realidade angolana, moçambicana e cabo-verdiana. Também a presença activa dos técnicos e docentes universitários de Angola, com especial relevo para os do GABIHC e da Universidade

Agostinho Neto, mostraram o bom rumo da engenharia de recursos hídricos em Angola. A presença do Brasil evidenciou a sua experiência em vários domínios da gestão dos recursos hídricos no contexto de uma estrutura federativa e estadual em harmonia com secretarias executivas, com especial menção à experiência de Pernambuco. Pela primeira vez esteve representada a recém-criada Associação Cabo-verdiana dos Recursos Hídricos (ACRH), através do seu Presidente Eng.º António Pedro Pina. A delegação de Cabo Verde teve uma participação proactiva ao destacar a temática do combate à escassez hídrica e a complexidade das soluções alternativas a ponderar. Finalmente, relembramos os colegas e amigos de São Tomé e Príncipe, da Guiné-Bissau e de Timor Leste, que também já participaram ativamente nos SILUSBAs, e a oportunidade, que estimulamos, da realização de um próximo SILUSBA em São Tomé e Príncipe.

## AGRADECIMENTOS

Ao LNEC, ao Instituto da Cooperação Portuguesa e à Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) de Portugal, à Universidade Agostinho Neto, à Comissão Europeia e ao CNPQ (Brasil) pelo co-financiamento dos estudos e projetos apresentados e do apoio às parcerias [Cooperação Internacional em Águas Subterrâneas \(CIAS\)](#) e [Cooperação Internacional para o Semi-Árido \(CISA\)](#). Convidamos-vos a relembrar o 14º SILUSBA (<https://www.aprh.pt/14silusba/index.html>).

## REFERÊNCIAS

CHACHADI AG e LOBO-FERREIRA JP (2001) - Sea water intrusion vulnerability mapping of aquifers using GALDIT method, Proceedings of the Workshop on Modelling in Hydrogeology, Anna University, Chennai, India.

LEITÃO, TERESA (2010) - Gestão Integrada E Sustentável Da Qualidade Das Águas Subterrâneas Em Portugal Contributos para um Bom estado em 2015. Tese de Habilitação, LNEC,

LOBO FERREIRA, J.P. e CABRAL, M. (1991) Proposal for an Operational Definition of Vulnerability from the European Community's Atlas of Groundwater Resources. In the Meeting of the European Institute for Water, Groundwater Work Group Brussels, February 1991.

NOVO, M.E.; LOBO FERREIRA, J.P.C. (1996) - Plano para a Utilização Integrada dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Cunene. Caracterização e Avaliação das Disponibilidades em Águas Subterrâneas. Volume 3. Relatório 186/96-GIAS, LNEC, 247 pp.

OLIVEIRA, Manuel M. NOVO, Maria Emília OLIVEIRA, Luís G. S. LOBO FERREIRA João Paulo (2012) - Estudo Do Impacto Das Alterações Climáticas Na Recarga Do Sistema Aquífero De Torres Vedras. Lisboa, APRH, 11º Congresso da Água).

[https://www.aprh.pt/9sas/pdf/lobo\\_ferreira.pdf](https://www.aprh.pt/9sas/pdf/lobo_ferreira.pdf) Variabilidade climática, recursos hídricos subterrâneos e ecossistemas dependentes de águas subterrâneas

<https://vimeo.com/421195388> How to control groundwater quality degradation in coastal zones using Managed Aquifer Recharge (MAR) optimized by GALDIT Vulnerability Assessment to Saltwater Intrusion and GABA-IFI models,