

CONTRIBUIÇÃO PARA O CONHECIMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS BENGO E DANDE (ANGOLA)

Ilda CALÇADA¹, Margarida MAGINA², Abílio Garcia CASTRO³, Clarisse CARNEIRO⁴,
Manuel OLIVEIRA⁵

1. QUADRANTE – Consultores de Engenharia e Arquitetura, Alfrapark - Amadora, iocalcada@qd-eng.com
2. QUADRANTE – Consultores de Engenharia e Arquitetura, Alfrapark - Amadora, amagina@qd-eng.com
3. PROCESL - Engenharia Hidráulica e Ambiental, S.A, Alfrapark - Amadora, acastro@procesl.pt
4. QUADRANTE – Consultores de Engenharia e Arquitetura, Alfrapark - Amadora, ccarneiro@qd-eng.com
5. Consultor da PROCESL - Engenharia Hidráulica e Ambiental, S.A, Alfrapark - Amadora, m.oliveira@hidromais.pt

RESUMO

A caracterização dos recursos hídricos subterrâneos das bacias hidrográficas dos rios Bengo e Dande, em Angola, é fulcral para a sua correta gestão e proteção. No presente trabalho apresenta-se uma sistematização da informação disponível na bibliografia da especialidade e identifica-se diretrizes para trabalhos futuros, podendo assim otimizar o conhecimento sobre os meios aquíferos existentes, com vista a contribuir para uma gestão mais consciente e sustentável dos recursos hídricos a nível global.

Palavras-Chave: Águas subterrâneas; Bacia Hidrográfica; rio Bengo; rio Dande

1. INTRODUÇÃO

A gestão dos recursos hídricos deve assentar num processo de planeamento envolvendo instituições públicas/privadas e a sociedade, com base num modelo que tenha como eixo central a compatibilização entre as disponibilidades e a procura de água pelos diferentes sectores, em cenários alternativos de desenvolvimento.

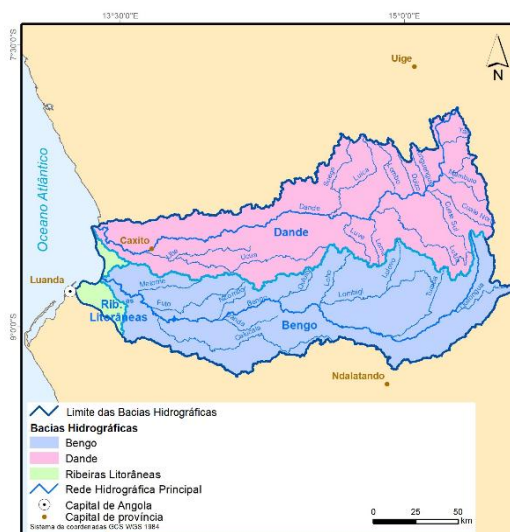
Tendo em conta os recentes impactes sentidos nas disponibilidades de águas superficiais, nomeadamente aqueles com origem nas alterações climáticas, torna-se indispensável a integração das águas subterrâneas na gestão sustentável dos recursos hídricos tendo merecido, nas últimas décadas, especial atenção dos organismos responsáveis por estas temáticas.

2. BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS BENGO E DANDE

As Bacias Hidrográficas dos Rios Bengo e Dande, que neste trabalho inclui as Ribeiras Litorâneas, distribuem-se pelo território de quatro das dezoito províncias de Angola: Bengo, Cuanza Norte, Luanda e Uíge, incluindo uma das sedes de província (Caxito) e parte da cidade de Luanda (Figura 1)

O rio Bengo, com uma extensão de 404 km, nasce no município de Samba Caju, província do Cuanza Norte, onde é designado por rio Zenza. A sua bacia de drenagem abrange uma área total de 10 930 km².

Figura 1. Bacias hidrográficas dos rios Bengo e Dande



O rio Dande nasce no município de Negage, província do Uíge, onde é designado por rio Dange. Desenvolve-se ao longo de cerca de 371 km. A sua bacia de drenagem abrange uma área total de 11 330 km².

As bacias hidrográficas dos rios Bengo e Dande apresentam uma forma alongada no eixo este-oeste, onde os cursos dos rios são grosso modo paralelos entre si, apresentam um percurso algo sinuoso e encaixando nas formações mais duras do Proterozóico e Arcaico. Já sobre os depósitos detríticos da bacia de Luanda são comuns os meandros. Aqui também ocorrem dezenas de lagoas, como as de Ibéndua, Panguila e Kilunda, bastante importantes para as populações locais por proporcionarem agricultura e a pesca.

3. RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS

Considerando a geologia e a geomorfologia (Araújo et al., 1988; Araújo & Guimarães, 1992) das bacias hidrográficas dos rios Bengo e Dande, assim como o comportamento hidrogeológico expectável das diferentes litologias, propõe-se que as referidas bacias hidrográficas possam ser divididas em três meios aquíferos, nos quais se encontram agrupadas formações geológicas que apresentam um funcionamento hidrogeológico semelhante, embora com litologias diferenciadas. Os meios aquíferos propostos nesta caracterização são: Meios Aluvionares; Meios Mistos (detríticos e/ou cársicos) e Meios Fissurados, e encontram-se representadas na Figura 2.

Ao abrigo do Programa Água para Todos (PAT), na província do Bengo, foram realizadas captações de água subterrânea com profundidade entre 40 e 50 m, diâmetro de 4' e um caudal de exploração de 2 m³/h. Ao longo da visita de campo constatou-se que na generalidade, devido a problemas vários – desde questões de projecto e de execução a problemas de manutenção - só uma parte destas captações se encontra efectivamente em funcionamento, pelo que não foi possível realizar amostragem por razões técnicas.

3.1. Meios aluvionares

As planícies aluvionares podem constituir um recurso de água importante pois correspondem às aluviões das linhas de água principais e seus tributários, constituídas por areias finas a grosseiras, lavadas, às vezes com calhaus, blocos e camadas de argilas. Da observação da Figura 2, constata-se que estes meios aluvionares apenas

ocorrem sobre os meios mistos da bacia de Luanda, associados aos rios do Bengo e Dande.

Estes materiais, no seu conjunto, são o suporte de sistemas aquíferos que expetavelmente serão os mais favoráveis para implantação de captações de água subterrânea.

No geral, estes meios estão conectados hidraulicamente com os rios, o que se traduz por uma variação dos níveis freáticos e do sentido de fluxo ao longo do ano hidrológico. A relação hidráulica entre o sistema aquífero e o rio (influyente ou efluente) depende da posição relativa dos níveis da água. Deste modo, o potencial de produtividade destes sistemas aquíferos é função dos parâmetros hidrogeológicos que caracterizam os depósitos aluvionares e, em especial, dos níveis de cascalheiras que sempre integram estas formações geológicas.

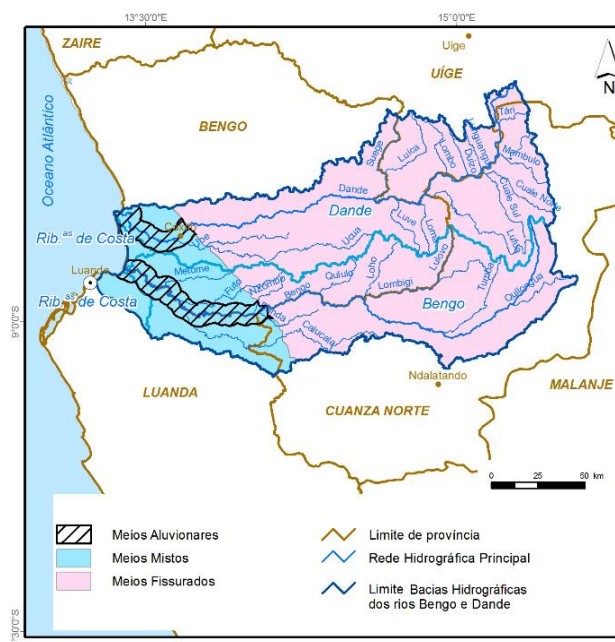


Figura 2. Meios aquíferos nas bacias hidrográficas dos rios Bengo e Dande

3.2. Meios mistos (Detríticos e/ou Cársicos)

Nesta unidade aquífera consideram-se as formações meso-cenozóicas que afloram na bacia de Luanda, desde o Cretácico ao Neogénico/Paleogénico (grés, siltitos, argilitos, conglomerados, margas e calcários).

Do ponto de vista hidrogeológico é expectável que na bacia de Luanda possam ocorrer, em associação, sistemas aquíferos porosos e sistemas aquíferos cársicos ligados às rochas estratificadas (carbonatadas). A natureza litológica deste meio confere-lhe grande heterogeneidade de comportamento hidrogeológico, com predominância de sistemas aquíferos do tipo poroso, na parte superficial das formações aflorantes que se podem conectar hidráulicamente com sistemas carbonatados, mais ou menos carsificados, com um modelo hidrogeológico de funcionamento com características hidrogeológicas específicas.

O “Sistema aquífero Quelo-Luanda” foi objecto de estudo aprofundado por Miguel (2006) que abrange parte da bacia hidrográfica do Bengo. Nesse trabalho foram inventariadas captações de água subterrânea com produtividades compreendidas entre 1-5 l/s. A análise da piezometria permitiu inferir um fluxo subterrâneo de E - W. Os ensaios de bombeamento permitiram calcular transmissividades entre os 10 e os 138 m²/dia e condutividade hidráulica até 6 m/dia. Do ponto de vista hidroquímico verifica-se que a mineralização é média a elevada e que a fácies dominante é do tipo bicarbonatada-cálcica e cloretada-sódica. Em dois locais, próximos do litoral, parece ocorrer fenómenos de intrusão salina.

Trabalho recente de Pedro *et al.*, (2019) revelou que a composição isotópica em deutério ($\delta^2\text{H}$) e o oxigénio-18 ($\delta^{18}\text{O}$) em pontos amostrados na região do Bengo permitiram o conhecimento sobre a origem das águas (rios, lagos e águas subterrâneas) confirmando a não existência de processos de transferência de massas de águas provenientes de outras fontes que não seja a de origem pluviométrica.

3.3. Meios fissurados

Aos meios fissurados associam-se formações do substrato antigo, constituídas sobretudo por rochas metamórficas e eruptivas, dobradas e fraturadas, que afloram em extensões muito consideráveis desde a nascente dos rios Bengo e Dande até à entrada na depressão periférica (bacia de Luanda).

A natureza litológica das diferentes formações geológicas confere-lhe a característica de meio fissurado por excelência. Eventualmente, os calcários do grupo xisto-calcário podem ser considerados meio cársico, contudo a ausência de informação sobre o seu grau de carsificação não permite colocar a hipótese sem reservas.

Neste contexto hidrogeológico identificam-se aquíferos suspensos e aquíferos descontínuos, que se caracterizam por apresentarem parâmetros hidrogeológicos (permeabilidade e porosidade) secundários. Assim as características hidrogeológicas dependem fundamentalmente do grau e tipo de fracturação e/ou carsificação, do grau de alteração e também da morfologia que se desenvolveu.

À escala regional os sentidos de fluxo direccionam-se para as linhas de água, onde se processa a descarga. A recarga é direta como consequência da pluviosidade. Estas áreas geralmente têm produtividades baixas, na ordem de 1 l/s, podendo em situações excepcionais chegar aos 5 l/s

As características hidroquímicas das águas subterrâneas que circulam neste tipo de materiais geológicos estão influenciadas por dois factores fulcrais: condições de circulação e profundidade de circulação. Como a circulação se faz preferencialmente pelas fracturas que podem chegar a profundidades consideráveis, não é de excluir a ocorrência de nascentes de água termal. Como, geralmente, a circulação da água é lenta, aumentando assim o tempo de interacção água/rocha e também a sua temperatura, o que promove um aumento generalizado da mineralização.

4. DISPONIBILIDADES HÍDRICAS SUBTERRÂNEAS

Para os balanços hídricos ao nível do solo utilizou-se o modelo, de utilização livre, de Thornthwaite (McCabe, G.J., & Markstrom, S.L., 2007), disponibilizado pelos Serviços Geológicos dos Estados Unidos. Da análise de resultados obtidos concluiu-se que para as bacias hidrográfica do Bengo e do Dande, as estações localizadas em altitudes superior aos 800 m (Negage, Camabatela, Quibaxe, Quilombo e N’Dalatando) de novembro a abril existem excedentes de recursos hídricos que escoam em superfície ou se infiltram, constituindo-se como recarga para a reposição dos recursos hídricos subterrâneos. Nas estações localizadas a menor altitude (inferiores a 200 m), mais junto à costa (Onga Zanga, Caxito, Luanda (aeroporto)), a análise dos resultados revela que um excedente hídrico muito reduzido comparativamente com as outras estações. Assim a estação de Onga Zanga e Caxito apenas existe um mês com excedente hídrico e na estação de Luanda (Aeroporto) não se verifica excedente hídrico. Com base nos dados obtidos, na Tabela seguinte quantificam-se os recursos hídricos subterrâneos renováveis e as suas disponibilidades em caudal por unidade de área.



Tabela 1. Recursos Hídricos Subterrâneos Renováveis (ano médio)

Bacia Hidrográfica	Área (km ²)	Infiltração (mm)	Recursos Renováveis (hm ³)	Caudal Específico (l/s/km ²)
Bengo	10 930	189,48	2 071	2,33
Dande	11 330	176,04	1 995	2,25

Refira-se que as conclusões apresentadas devem ser utilizados com a devida precaução por diferentes motivos, nomeadamente a antiguidade dos dados utilizados (1953/54 a 1972/73), a extensão das séries (apenas de 20 anos) e o número reduzido de estações.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho serviu de base para um melhor conhecimento das bacias hidrográficas dos rios Bengo e Dande, incluindo a sistematização de um modelo de comportamento, com vista à obtenção das disponibilidades hídricas potencialmente previstas, tendo em conta que os trabalhos desenvolvidos à escala local são escassos e dispersos, não permitindo uma análise continuada ao nível da caracterização das bacias hidrográficas.

A informação disponível para uma caracterização e definição de aquíferos nos meios fissurados é a que necessitará de trabalho adicional mais exaustivo por forma a conhecer melhor o comportamento subterrâneo; no entanto, com vista a suportar a análise de disponibilidades hídricas subterrâneas, enquanto estimativa prevista, considera-se que a caracterização cumpre com as necessidades ao nível de planeamento. Acrescenta-se que esta é a área que apresenta menor densidade populacional, por consequência, uma menor pressão sobre os recursos hídricos subterrâneos.

Não obstante e face ao exposto, sugere-se como trabalhos futuros, nomeadamente, um inventário das captações de água subterrânea em exploração e respetivas características hidrodinâmicas e hidroquímicas que permita conhecer melhor os recursos hídricos subterrâneos das bacias hidrográficas dos rios Bengo e Dande, com vista a contribuir para uma gestão mais consciente e sustentável dos recursos hídricos a nível global.

AGRADECIMENTOS

A execução do presente trabalho só foi possível com a colaboração de importantes pessoas e entidades angolanas, a quem expressamos os nossos agradecimentos: ao Eng.º Vieira da Costa da PROCESL, ao Instituto Nacional de Recursos Hídricos de Angola, nomeadamente ao Eng.º Manuel Quintinho, e ainda às extintas Direções Provinciais de Energia e Águas e administrações comunais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araújo A.G., Perevalov O.V. e Jukov R.A., 1988. Carta Geológica de Angola, à escala 1:1 000 000, República Popular de Angola, Ministério da Indústria, Instituto Nacional de Geologia
- Araújo, A.G. & Guimarães, F., 1992. Notícia Explicativa da Carta Geológica de Angola, à escala 1:1 000 000, Serviço Geológico de Angola
- McCabe, G.J. & Markstrom, S.L., (2007) Thornthwaite a monthly water-balance model driven by a graphical user interface. US Geological Survey
- Miguel, G. L., (2006) *Caracterización hidrogeológica y ambiental de Luanda y sus alrededores* (Angola). Tesis Doctoral. Universidad de Alcalá Henares. 360pp
- Pedro, J., Miguel, G., Carvalho, A., Rumang, M., André S. (2019) Composição isotópica preliminar das águas na região entre os rios Bengo e Lifune. 14º Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Portuguesa (SILUSBA). Cidade da Praia (Cabo Verde). 6pp.