



**CAPACITAÇÃO PARA A RECOLHA E GESTÃO DE DADOS
SOBRE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NOS
ESTADOS MEMBROS DA SADC**

(Projecto SADC-GWdataCoM)

CS2017/05

**Estado da Recolha de Dados e Gestão de
Dados nos Estados Membros da
SADC**

RELATÓRIO FINAL - 31 de Janeiro de 2019

Apresentado pelo

Centro Internacional de Avaliação de Recursos de Águas
Subterrâneas (IGRAC) Westvest 7, 2611ax Delft, Países Baixos
Em colaboração com

Instituto de Estudos de Águas Subterrâneas (IGS) – Universidade do
Free State, 205 Nelson Mandela Drive, Parkwest 9300, África do Sul





**CAPACITAÇÃO DA RECOLHA E GESTÃO
DE DADOS SOBRE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS
NOS ESTADOS MEMBROS DA
SADC
(Projecto SADC-
GWdataCoM)**

**Estado da Recolha de Dados e Gestão de Dados
sobre Águas Subterrâneas nos Estados
Membros da SADC**

Relatório final – 31 de Janeiro de 2019

Programa / Cliente:	Comunidade de Desenvolvimento da África Austral – Instituto de Gestão de Águas Subterrâneas (SADC-GMI)	
Contrato:	CS2017/05	
Projecto:	Capacitação da recolha e gestão de dados sobre águas subterrâneas nos Estados Membros da SADC (Projecto SADC-GWdataCoM)	
Título do relatório:	Estado da Recolha de Dados e Gestão de Dados sobre Águas Subterrâneas nos Estados Membros da SADC Relatório final	
Autores:	Arnaud Sterckx, Geert-Jan Nijsten, Modreck Gomo, Eelco Lukas, Neno Kukurić	
Data:	31 de Janeiro de 2019	
Versão:	1	
Organizações	<i>Liderança:</i>	<i>Em cooperação com:</i>
Nome:	Centro Internacional de Avaliação de Recursos de Águas Subterrâneas (IGRAC)	Instituto de Estudos de Águas Subterrâneas (IGS). Universidade do Free State.
Endereço:	Westvest 7 2611AX Delft Países Baixos	205 Nelson Mandela Drive Parkwest 9300 África do Sul
Website:	www.un-igrac.org	
Ponto de contacto	G.J Nijsten geert-jan.nijsten@un-igrac.org	

Índice

Índice.....	i
Lista de tabelas	iii
1. Introdução	1
2. Metodologia	3
2.1. Introdução	3
2.2. Revisão bibliográfica	3
2.3. Visitas a países	4
2.4. Atribuição de jovens profissionais.....	6
2.5. Workshop.....	6
3. Estado actual da recolha de dados e gestão de dados de águas subterrâneas nos Estados membros da SADC	7
3.1 Introdução.....	7
3.2. Síntese por país	9
3.2.1. Angola (AGO)	9
3.2.2. Botsuana (BWA).....	10
3.2.3. República Democrática do Congo (COD)	12
3.2.4. eSwatini (SWZ).....	14
3.2.5. Lesoto (LSO)	15
3.2.6. Malawi (MWI)	17
3.2.7. Madagáscar.....	18
3.2.8. Maurícias (MUS).....	18
3.2.9. Moçambique (MOZ).....	19
3.2.10. Namíbia (NAM)	20
3.2.11. Seicheles (SYC)	21
3.2.12. África do Sul (ZAF).....	21
3.2.13. Tanzânia (TZA)	22
3.2.14. Zâmbia (ZMB).....	23
3.2.15 Zimbabué (ZWE)	24
3.3. Síntese a nível da SADC.....	26
3.3.1. Recolha de dados de localização, perfuração e testes de furos	26
3.3.2. Recolha de dados de monitoramento de águas subterrâneas	27
3.3.3. Garantia de qualidade de dados e controle de qualidade (QA/QC)	28
3.3.4. Armazenamento de dados	28

3.3.5.	Partilha de dados.....	29
3.3.6.	Integração inter-sectorial.....	30
3.3.7.	Análises, interpretação e divulgação	30
3.4.	Tabelas de resumo	31
3.4.1.	Tabelas de resumo da recolha de dados e gestão de dados sobre águas subterrâneas nos Estados Membros da SADC.....	31
3.4.2.	Questões relatadas	37
4.	Recomendações.....	40
4.1.	Introdução	40
4.2.	Recomendações por país.....	40
4.2.1.	Angola (AGO).....	40
4.2.2.	Botsuana (BWA)	40
4.2.3.	República Democrática do Congo (COD).....	41
4.2.4.	eSwatini (SWZ)	42
4.2.5.	Lesoto (LSO).....	42
4.2.6.	Malawi (MWI).....	43
4.2.7.	Madagáscar	43
4.2.8.	Maurícias (MUS)	43
4.2.9.	Moçambique (MOZ)	44
4.2.10.	Namíbia (NAM).....	44
4.2.11.	Seicheles (SYC).....	44
4.2.12.	África do Sul (ZAF)	44
4.2.13.	Tanzânia (TZA)	44
4.2.14.	Zâmbia (ZMB)	44
4.2.15.	Zimbabué (ZWE).....	44
4.3.	Recomendações a nível da SADC.....	45
4.3.1.	Observações gerais.....	45
4.3.2.	Objectivos e estratégia de monitoramento	46
4.3.3.	Procedimentos QA/QC	47
4.3.4.	Armazenamento e partilha de dados.....	47
4.3.5.	Processamento, interpretação e divulgação de informação relevante para as políticas.....	48
5.	Bibliografia.....	49

Lista de tabelas

Tabela 1: Instituições visitadas e número de profissionais entrevistados durante as visitas aos países	5
Tabela 2: Visão geral das contribuições por país para a avaliação.....	7
Tabela 3: Visão geral dos dados de localização, perfuração e testes de furos. BH= furo.....	32
Tabela 4: Visão geral do monitoramento das águas subterrâneas.	33
Tabela 5: Visão geral do monitoramento das águas subterrâneas nos Estados Membros da SADC.....	34
Tabela 6: Visão geral do monitoramento da qualidade das águas subterrâneas nos Estados Membros da SADC	35
Tabela 7: Visão geral do monitoramento da captação de águas subterrâneas nos Estados Membros da SADC.....	36
Tabela 8: Lista de questões relatadas durante as visitas a países.....	38

1. Introdução

A Comunidade de Desenvolvimento da África Austral - Instituto de Gestão das Águas Subterrâneas (GMI da SADC) contratou o Centro Internacional de Avaliação dos Recursos de Águas Subterrâneas (IGRAC) para executar o projecto *Capacitação para a recolha e gestão de dados sobre águas subterrâneas nos Estados Membros da SADC (SADC-GWdataCoM)*; Projecto da SADC-GMI no. P127086, contracto CS2017/05 de 1 de Setembro de 2017. O IGRAC executou este projecto em estreita cooperação com o Instituto de Estudos de Águas Subterrâneas (IGS) da Universidade do Free State (UFS) na África do Sul. O projecto

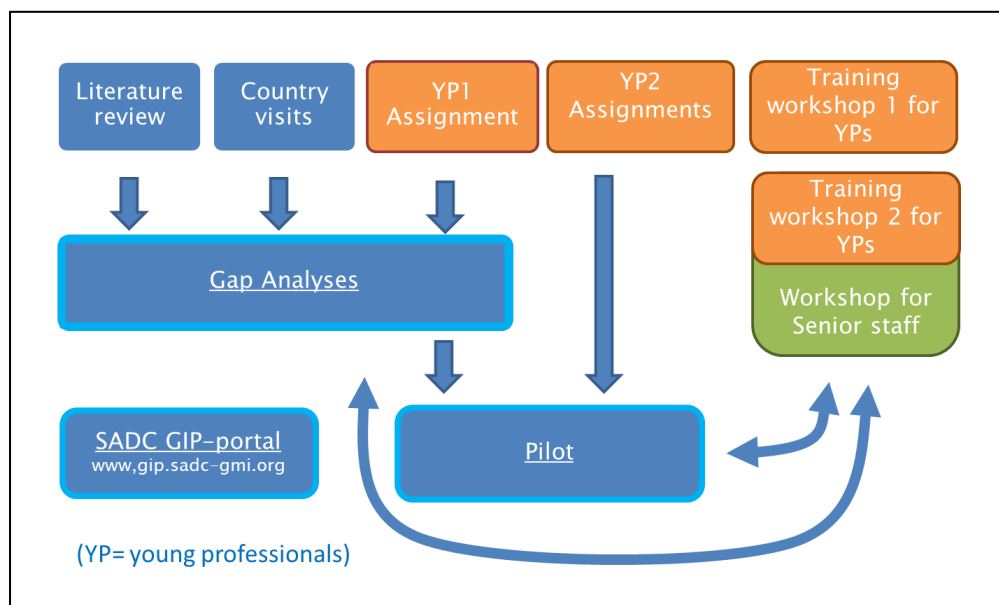


Figura 1: Visão geral dos componentes do projecto SADC-GWdataCoM

decorreu entre Setembro de 2017 a Abril de 2019.

O projecto consistiu em vários componentes (ver Figura 1):

1. Avaliação do estado actual da recolha e gestão de dados sobre águas subterrâneas nos Estados Membros da SADC, incluindo recomendações para melhorias. Este componente incluiu uma revisão bibliográfica e entrevistas com profissionais dos Estados Membros que trabalham em águas subterrâneas.
2. Actualização do Portal de Informação sobre Águas Subterrâneas da SADC com dados que ficaram disponíveis através do projecto.
3. Componente de capacitação, que envolveu o compromisso no projecto de jovens profissionais dos Estados Membros e estudantes do IGS. Os Jovens Profissionais foram contratados através de atribuições e dois workshops de formação (Maio e Novembro de 2018).
4. Actividade piloto. No decurso do projecto foi decidido desenvolver um Quadro para a Recolha e Gestão de Dados de Águas Subterrâneas nos Estados Membros da SADC. O quadro visa ajudar os Estados Membros, que actualmente enfrentam dificuldades na gestão dos dados relativos às águas subterrâneas, a desenvolverem

procedimentos adequados de recolha e gestão dos dados de águas subterrâneas a nível nacional que correspondam à sua capacidade actual (financeira e humana). O quadro também visa facilitar a cooperação transfronteiriça em matéria de águas subterrâneas, bem como as análises regionais das águas subterrâneas, propondo alguma forma de harmonização entre os Estados Membros em termos de recolha de dados relevantes à escala transfronteiriça e regional e em termos de intercâmbio de dados.

A equipa do projecto apresentou os progressos ao Comité de Direcção do GMI da SADC em várias ocasiões (Março e Setembro de 2018) e organizou um seminário para funcionários superiores dos Estados Membros (Novembro de 2018). Durante estas reuniões, a equipa do projecto recebeu feedback sobre projectos de produtos, bem como contributos adicionais.

Este relatório abrange o componente 1: Avaliação do estado da recolha e gestão dos dados sobre águas subterrâneas nos Estados Membros da SADC. Os outros componentes são relatados em documentos separados:

- componente 2+3: IGRAC e IGS (Janeiro de 2019): Capacitação da recolha e gestão de dados sobre águas subterrâneas nos Estados Membros da SADC - Relatório de actividades. Relatório final. (componente 2+3).
- componente 4: IGRAC e IGS (em preparação para Abril de 2019): Quadro para a Recolha e Gestão de Dados sobre Águas Subterrâneas nos Estados Membros da SADC.

Para compilar uma avaliação abrangente e actualizada do estado da recolha e gestão de dados sobre águas subterrâneas na SADC, foram realizadas diferentes actividades no projecto SADC-GWdataCoM, cujas conclusões são apresentadas no presente relatório. O relatório começa com uma breve descrição das actividades ou metodologia de avaliação (capítulo 2). No capítulo 3, é descrito o estado da recolha e gestão dos dados relativos às águas subterrâneas, para cada Estado Membro e numa síntese a nível da SADC. O relatório conclui com recomendações para melhorar a situação. São fornecidas recomendações específicas por país, assim como recomendações a nível regional, a nível da SADC (capítulo 4).

“Recolha e gestão de dados sobre águas subterrâneas”.

Terminologia no contexto deste projecto:

- Recolha de dados sobre águas subterrâneas: Recolha de dados de campo relacionados com a localização, perfuração e testes de furos, bem como recolha regular de dados de monitoramento das águas subterrâneas (=níveis de águas subterrâneas, análises da qualidade das águas subterrâneas, dados de captação / descarga de águas subterrâneas). O estudo tem menos foco nos dados relacionados com o mapeamento e avaliação hidrogeológica.
- Gestão dos dados de águas subterrâneas: garantia e controle da qualidade (QA/QC), armazenamento desses dados em arquivos e bases de dados; partilha/acesso aos dados; análises e interpretação dos dados; divulgação da informação resultante sobre águas subterrâneas.

2. Metodologia

2.1. Introdução

A avaliação do estado da recolha e gestão dos dados das águas subterrâneas nos Estados Membros da SADC baseia-se em informações obtidas em quatro actividades do projecto: uma revisão bibliográfica, entrevistas com profissionais de águas subterrâneas nos Estados Membros, atribuições de jovens profissionais envolvidos no projecto e um workshop com funcionários superiores dos Estados Membros em Novembro de 2018. A maior parte da informação deriva das entrevistas realizadas durante as visitas aos países. As quatro actividades são descritas resumidamente nas secções que se seguem:

2.2. Revisão bibliográfica

No início do projecto foi realizada uma breve revisão bibliográfica centrada na informação relativa à recolha de dados sobre águas subterrâneas e práticas de gestão de dados na região da SADC. Esta revisão bibliográfica deveria fornecer uma visão inicial para cada Estado Membro da SADC sobre a natureza dos dados recolhidos sobre as águas subterrâneas, a forma como são recolhidos, armazenados, utilizados e geridos. A revisão foi inicialmente limitada aos relatórios disponíveis no domínio público. Um fonte importante de informação foi o Arquivo de Literatura Cinzenta (Não-Convencional) sobre Águas Subterrâneas da SADC (SADC et al., 2017), que contém muitas referências sobre estudos de águas subterrâneas nos Estados Membros da SADC. Outra fonte de informação específica é o Atlas Africano de Águas Subterrâneas online da BGS et al. (2018) com descrições específicas de cada país em formato ao estilo de Wikipedia. Outros documentos foram obtidos durante as visitas aos países e posteriormente durante a execução do projecto. A informação da revisão bibliográfica foi utilizada como ponto de partida para o projecto e contribuiu para as análises dos capítulos 3 e 4. Os documentos são citados, conforme apropriado, no presente relatório. Além disso, todos os documentos (referências a) relevantes, obtidos através do projecto, foram carregados no Portal de Informação de Águas Subterrâneas da SADC (SADC, 2017)¹ e estão listados no relatório de actividade do projecto².

Os relatórios mais relevantes no contexto do presente estudo são sobre estudos a nível da SADC, tais como a Análise da Situação Regional da Comunidade de Desenvolvimento da África Austral (SADC, 2003, republicado como BGS, 2005), o monitoramento das Águas Subterrâneas na região da SADC (IGRAC, 2013) e a gestão das Águas Subterrâneas na Comunidade de Desenvolvimento da África Austral (Pietersen e Beekman, 2016). SADC (2003) fornece uma visão abrangente e análises que se concentram no papel, disponibilidade e potencial de abastecimento de águas subterrâneas como componente das estratégias de gestão da seca. Para este efeito, foi feita uma avaliação do estado da gestão das águas subterrâneas em todos os Estados Membros da SADC (com excepção de Madagáscar, que na altura ainda não era Membro da SADC). A avaliação inclui panorâmicas do estado da recolha de dados relativos às águas subterrâneas, partilha e interpretação de dados, por país e a nível da SADC. O relatório salienta muitas deficiências no monitoramento

das águas subterrâneas e dos dados sobre águas subterrâneas em geral, no armazenamento e partilha de dados sobre as águas subterrâneas.

Os autores relacionam estas questões com algumas questões institucionais e de capacitação. No início do projecto actual, presumiu-se que as análises, com mais de 15 anos, estavam desactualizadas. No entanto, e infelizmente, muitas das conclusões (e consequentemente recomendações) desse estudo ainda se mantêm.

¹ <http://gip.sadc-gmi.org>

² IGRAC e IGS (Janeiro de 2019): Capacitação para a recolha e gestão de dados sobre águas subterrâneas nos Estados Membros da SADC - Relatório de actividades. Relatório final. SADC-GMI.

O IGRAC (2013) fornece uma breve análise do monitoramento das águas subterrâneas em 9 Estados Membros (Angola, Botsuana, Lesoto, Moçambique, Namíbia, África do Sul, Tanzânia, Zâmbia e Zimbabué). Pietersen e Beekman (2016) resumem o estado da governação das águas subterrâneas na região da SADC. Para cada Estado Membro, descrevem a relevância das águas subterrâneas, identificam os intervenientes relevantes responsáveis pela gestão das águas subterrâneas (incluindo o monitoramento das águas subterrâneas) e fornecem descrições concisas do quadro jurídico nos Estados Membros. Como tal, este relatório fornece informações básicas importantes.

Para além destes 3 relatórios, a revisão bibliográfica não produziu informações muito mais concretas e actualizadas sobre o estado da recolha e gestão de dados de águas subterrâneas na região da SADC ou em países específicos. Quase nenhum documento oficial sobre gestão de recursos hídricos subterrâneos e dados de águas subterrâneas estão disponíveis no domínio público, e apenas a África do Sul disponibiliza dados de águas subterrâneas online. Esta situação torna difícil avaliar o estado da recolha e gestão de dados de águas subterrâneas apenas por meio de um estudo documental / revisão bibliográfica. Por estas razões, foram previstas visitas aos Estados Membros na estrutura do projecto para entrevistar pessoas envolvidas na recolha e gestão de dados sobre águas subterrâneas (ver secção 2.3).

2.3. Visita a países

Para além da revisão bibliográfica, foram realizadas visitas a países para obter informações adicionais. O âmbito destas visitas foi o seguinte:

- 1) Obter uma visão geral de toda a cadeia de recolha e gestão de dados e informações relevantes para a governação das águas subterrâneas (incluindo o desenvolvimento, utilização, protecção, gestão e desenvolvimento e implementação de políticas para as águas subterrâneas), através de entrevistas com profissionais que trabalham em águas subterrâneas.
- 2) Recolher meta dados extensivos sobre documentos relevantes (ex., relatórios, protocolos, manuais, planos de monitoramento, planos de políticas), bases de dados (incluindo portais-Web) e organizações/intervenientes que possam fornecer informação adicional.

De Novembro de 2017 a princípios de Março de 2018, doze países foram visitados por membros do IGRAC/IGS: Angola, Botsuana, República Democrática do Congo, Lesoto, Malawi, Maurícias, Moçambique, Namíbia, África do Sul, eSwatini, Zâmbia e Zimbabué. Infelizmente, não foi possível organizar visitas à Tanzânia, Madagáscar e Seicheles devido à falta de resposta dos contactos nos departamentos locais de águas subterrâneas.

Durante as visitas aos países, foram realizadas entrevistas semi-estruturadas com profissionais envolvidos no desenvolvimento, gestão, recolha de dados e/ou investigação sobre águas subterrâneas. Os pontos de entrada para as entrevistas foram os Pontos Focais da SADC-GMI, e as entrevistas começaram principalmente com profissionais envolvidos em actividades de águas subterrâneas nos "departamentos de águas" sob os ministérios responsáveis pela gestão hídrica. O IGRAC/IGS conduziu as entrevistas o mais possível com apenas uma ou duas pessoas de cada vez, para que as pessoas entrevistadas tivessem todas as mesmas oportunidades de se expressarem livremente. Embora algumas das entrevistas tenham sido conduzidas com grupos maiores, o IGRAC/IGS tem a impressão de que as

peças se exprimiram com toda a liberdade e tiveram como objectivo transmitir, tanto quanto possível, uma visão crítica, mas neutra, das práticas actuais.

No total, 145 pessoas de uma vasta gama de organizações foram entrevistadas nos 12 países (Tabela 1). As informações obtidas das entrevistas foram registadas em relatórios individuais dos países. Esses relatórios de países são a principal fonte de informação para os capítulos 3 e 4.

Nota: Os próprios relatórios dos países não estão incluídos neste relatório, uma vez que podem conter opiniões de pessoas entrevistadas que não reflectem necessariamente a visão oficial da organização que a pessoa representa; também não foi sempre possível verificar se todos os detalhes foram sempre totalmente exactos. Os relatórios dos países foram fornecidos à SADC-GMI e estão disponíveis mediante pedido e à discrição da SADC-GMI.

Tabela 1: Instituições visitadas e número de profissionais entrevistados durante as visitas aos países.

	Angola	Botsuana	RD Congo	eSwatini	Lesoto	Madagáscar	Malawi	Maurícias	Moçambique	Namíbia	Seicheles	África do Sul	Tanzânia	Zâmbia	Zimbabué	Total
Departamento de Águas	9	8	7	7	6	-	5	4	9	3	-	14	-	6	2	80
Outra governamental*	-	-	2	2	3	-	1	4	-	-	-	3	-	6	5	26
Companhia de Água	-	1	-	-	-	-	-	-	2	3	-	-	-	-	-	6
Universidade	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	4	1	8
Consultoria	-	3	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	-	-	-	6
Perfurações	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
ONG	1	-	-	3	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	7
Outra não-governamental**	-	-	-	-	2	-	-	-	-	4	-	-	-	1	-	7
Total	15	13	8	13	12	-	9	8	12	11	-	19	-	17	8	145

*Outra governamental:

- RD Congo: Comissão de Energia Atómica do Congo, Centro de Investigação Geológica e Mineral
- eSwatini: Micro Projectos Swazilândia (unidade semi-independente do Ministério do Planeamento e Desenvolvimento Económico)
- Lesoto: Comissão Hídrica, Ministério da Saúde
- Malawi: Autoridade Nacional de Recursos Hídricos
- Maurícias: Autoridade Central Hídrica (CWA, Ministério da Energia e dos Serviços Públicos), Laboratório Nacional do Ambiente (Ministério do Ambiente, Desenvolvimento Sustentável, Gestão de Desastres e Praias)
- África do Sul: Conselho de Investigação da Água
- Zâmbia: Dept. de Agricultura, Autoridade de Gestão de Recursos Hídricos (WARMA), Departamento de Gestão Ambiental
- Zimbabué: Autoridade Nacional Hídrica do Zimbabué (ZINWA), Comité de Acção Nacional (NAC) para Água e Saneamento, Conselho da Sub-bacia Hidrográfica de Nyagui

**Outra não-governamental:

- Lesoto: Delegado UE, Conselheiro da reforma do Sector Hidrico

- Namíbia: Associação Hidrogeológica da Namíbia
- Zâmbia: Centro IWRM

2.4. Atribuição de jovens profissionais

Como parte da componente de capacitação do projecto, jovens profissionais dos Estados Membros têm estado envolvidos no projecto; em princípio, 2 de cada Estado Membro. Nem todos os Estados Membros nomearam jovens profissionais e nem todos os jovens profissionais nomeados puderam contribuir para o projecto. No total, 22 Jovens Profissionais de 11 Estados Membros (Angola, Botsuana, eSwatini, Lesoto, Malawi, Moçambique, Namíbia, África do Sul, Tanzânia, Zâmbia e Zimbabué) participaram e contribuíram para o projecto. Não foram recebidas contribuições da República Democrática do Congo, Maurícias, Madagáscar e Seicheles. Os jovens profissionais participaram em workshops de formação e trabalharam em duas tarefas cada. As descrições completas da componente de capacitação dos jovens profissionais no âmbito do projecto são fornecidas no relatório de actividade (IGRAC eIGS, 2019).

A primeira atribuição, na qual os 22 jovens profissionais trabalharam, foi a de criar uma *Visão nacional da recolha e gestão de dados sobre águas subterrâneas* para os seus próprios países. Esta primeira atribuição pode ser vista como uma extensão das visitas aos países realizadas pela equipa do projecto. Com base nas visitas aos países, foi feita uma avaliação inicial no que diz respeito à recolha de dados relativos às águas subterrâneas, armazenamento de dados e divulgação de dados em cada país. Os jovens profissionais receberam o projecto de relatório do seu país, o qual serviu de ponto de partida para o seu trabalho. Foi-lhes pedido que desenvolvessem uma visão geral do estado da recolha e gestão dos dados sobre águas subterrâneas no seu próprio país e que se concentrassem, tanto quanto possível, em completar as lacunas de conhecimento da avaliação inicial pela equipa do projecto. Os objectivos da atribuição foram:

- Para os jovens profissionais obterem uma visão abrangente sobre o estado de recolha e gestão dos dados sobre as águas subterrâneas no seu próprio país,
- Para que os jovens profissionais tenham uma ideia de como a prática no seu próprio país se compara à de outros Estados Membros da SADC (através de apresentações de um dos workshops de formação do projecto),
- Para jovens profissionais compararem as melhores práticas nos seus respectivos países,
- Para completar as lacunas de informação na avaliação inicial da equipa do projecto.

Este último objectivo contribuiu para completar a informação obtida das visitas aos países, para descrever o estado actual da recolha e gestão dos dados sobre as águas subterrâneas, e para analisar as lacunas. Cada equipa nacional de 2 jovens profissionais forneceu um relatório. Estes relatórios foram utilizados para a análise nos capítulos 3 e 3.4.2. Os relatórios dos próprios jovens profissionais não estão incluídos neste relatório. Tal como os relatórios nacionais, todos os relatórios dos jovens profissionais foram fornecidos à SADC-GMI e estão disponíveis mediante pedido e à discrição da SADC-GMI.

2.5. Workshop

Em Novembro de 2018, foi organizado um workshop em Joanesburgo (África do Sul) para os jovens profissionais envolvidos nas tarefas do projecto (ver secção anterior 2.4) e

funcionários superiores dos Estados Membros. Uma das sessões do workshop foi dedicada à revisão dos resultados preliminares deste relatório. Com base nas contribuições dos participantes, este relatório foi corrigido e emendado conforme necessário.

3. Estado actual da recolha e gestão dos dados sobre as águas subterrâneas nos Estados Membros da SADC

3.1. Introdução

Este capítulo descreve o estado actual da recolha e gestão de dados sobre águas subterrâneas nos Estados Membros da SADC, com base na informação da revisão bibliográfica, entrevistas durante as visitas aos países, a 1ª atribuição dos jovens profissionais e os contributos do workshop do projecto em Novembro de 2018 (ver capítulo anterior). A maior parte da informação provém dos 145 profissionais entrevistados durante as visitas aos países. Numa escala menor, as atribuições dos jovens profissionais também contribuíram para fornecer informações adicionais. A revisão bibliográfica forneceu uma visão adicional limitada, uma vez que poucos documentos estão disponíveis com informação concreta relevante para este projecto. A revisão do projecto de relatório pelos funcionários superiores e jovens profissionais durante o seminário de Novembro de 2018 resultou em algumas últimas correcções e adições (na sua maioria menores).

Tabela 2: Visão geral das contribuições por país para a avaliação

Estado Membro	Código ISO	Entrevistas durante a visita ao país	Atribuição de jovens profissionais	Revisão durante o workshop de Nov.de 2018 *	Possibilidade de avaliação específica do país
Angola	AGO	sim	sim	SO & YP	Sim
Botsuana	BWA	sim	sim	YP	Sim
RD Congo	COD	sim	-	-	Sim
eSwatini	SWZ	sim	sim	SO & YP	Sim
Lesoto	LSO	sim	sim	SO & YP	Sim
Madagáscar	MDG	-	-	-	-
Malawi	MWI	sim	sim	SO & YP	Sim
Maurícias	MUS	sim	-	-	Sim
Moçambique	MOZ	sim	sim	SO & YP	Sim
Namíbia	NAM	sim	sim	SO & YP	Sim
Seicheles	SYC	-	-	-	-
África do Sul	ZAF	sim	sim	SO & YP	Sim
Tanzânia	TZA	-	sim	SO	Sim

Zâmbia	ZMB	sim	sim	YP	Sim
Zimbabué	ZWE	sim	sim	SO & YP	Sim
Total		12	11	9 SO & 10 YP	13

*: SO= país representado por funcionário(s) superior(es); YP= país com jovens profissionais envolvidos

O quadro 2 fornece uma visão geral dos países visitados, quais os que participaram na atribuição dos jovens profissionais e quais os que participaram na revisão do projecto no workshop. A equipa foi capaz de fazer uma avaliação específica por país para 13 Estados Membros. Infelizmente, não foi possível para Madagáscar e Seychelles por não terem contribuído para nenhum dos componentes da avaliação. A informação específica do país para a República Democrática do Congo e a Maurícias é algo limitada, uma vez que nenhuma informação adicional foi obtida através do envolvimento de jovens profissionais ou funcionários superiores. O mesmo se aplica à Tanzânia, onde não foi possível realizar uma visita ao país.

No processo de avaliação, foram observadas algumas discrepâncias entre as diferentes fontes de informação. Duas razões podem explicar essas discrepâncias. Primeiro, alguns dos documentos analisados têm mais de 10 anos e o estado da recolha e gestão de dados sobre águas subterrâneas pode ter mudado ao longo dos anos. Em alguns casos, a situação pode ter melhorado, ex., com a instalação de registadores de dados, adopção de novas políticas, implementação de directrizes ou desenvolvimento de novas bases de dados. Noutros países, a situação pode, de facto, ter-se deteriorado devido à falta de investimentos ou a questões organizacionais. Em segundo lugar e mais importante, foram observadas lacunas significativas entre a política e a prática. Isto surgiu em várias fases durante o projecto, e mais significativamente em algumas das entrevistas e nas discussões, onde os entrevistados relataram experiências que por vezes estão em nítido contraste com a versão oficial ou políticas. Exemplos podem ser que formalmente um país dispõe de procedimentos de recolha regular de dados sobre águas subterrâneas e possui bases de dados / arquivos para armazenar essa data, mas na prática a coleta e monitoramento de dados sobre águas subterrâneas é bastante aleatória, resultando em grandes lacunas de dados e dados de má qualidade, enquanto esses dados também não são devidamente arquivados para futura recuperação e utilização.

Neste capítulo, o estado actual da recolha e gestão dos dados sobre águas subterrâneas é apresentado pela primeira vez por país (Secção 3.2). Para cada país, é dada uma breve panorâmica geral da utilização das águas subterrâneas e do contexto institucional, seguida de uma descrição da recolha e da gestão dos dados relativos à localização, à perfuração e testes de novos furos, bem como dos dados de monitoramento das águas subterrâneas. Na secção 3.3, é apresentada uma síntese a nível da SADC, uma vez que muitos Estados Membros enfrentam desafios semelhantes e experimentam questões semelhantes em termos de recolha e gestão de dados sobre águas subterrâneas. Estas questões partilhadas são mais relevantes a nível regional e podem potencialmente ser abordadas em conjunto. A informação é resumida no final deste capítulo em tabelas de resumo (tabelas 3 - 7). Informações mais detalhadas estão disponíveis nos relatórios não publicados das visitas ao país e nos relatórios da primeira atribuição do jovem profissional (tudo disponível via SADC-GMI a pedido).

Nota de aviso:

A informação recolhida nas entrevistas e através das atribuições dos jovens profissionais deve ser utilizada com alguma cautela. Apesar dos esforços dos autores para fornecer informações precisas, e das poucas discrepâncias encontradas entre as visitas ao país, os relatórios dos jovens profissionais e o feedback do workshop, os autores não podem garantir que as informações fornecidas sejam sempre completamente exactas e completas. As opiniões dos entrevistados e dos jovens profissionais podem não reflectir necessariamente a visão oficial das organizações que estas pessoas representam.

3.2. Síntese por país

3.2.1. Angola (AGO)

➤ Visão geral da utilização das águas subterrâneas e do contexto institucional

Angola tem abundantes recursos hídricos superficiais. A informação sobre águas subterrâneas é limitada. Pietersen e Beekman (2016) relatam que apenas 1,4% da utilização total de água em Angola é de águas subterrâneas. Isso parece estar subestimado. Durante as visitas ao país foi afirmado que aproximadamente 40% da população vive em zonas rurais e que a maioria depende das águas subterrâneas para o abastecimento de água. Cowater (2015) como citado em Upton et al. (2018) também referem estimativas mais elevadas de 73% dos sistemas de água em Angola que utilizam águas subterrâneas e furos operados por bombas manuais perfazem 36% de todos os sistemas de abastecimento de água. Eles relatam uma maior concentração da utilização de águas subterrâneas em zonas urbanas costeiras e meridionais do país onde o clima é mais árido e a disponibilidade de águas superficiais é menor.

Desde 2012, o Instituto Nacional de Recursos Hídricos (INRH), sob a tutela do Ministério da Energia e Águas (MINEA), é o instituto responsável pela gestão dos recursos hídricos e recolha de dados sobre a água, incluindo o licenciamento das captações (subterrâneas) de água. INRH é o sucessor da ex-Direcção Nacional de Recursos Hídricos] (INRH, 2018). A Direcção Nacional de Águas - DNA é a autoridade responsável pela qualidade da água potável.

➤ Recolha de dados de localização, perfuração e testes de furos

Os furos com uma taxa de abstracção > 15 l/s estão sujeitos a licenciamento pelo INRH. Contudo, é recolhida muito pouca informação sobre os furos: coordenadas geográficas, nível estático da água, profundidade dos furos, taxa de captação, e se foi ou não feito um teste de bombeamento.

A maioria dos dados é recolhida e registada pelo perfurador para os seus próprios registos privados, mas não é comunicada ou armazenada numa base de dados nacional.

➤ Recolha e gestão de dados de monitoramento

Não existe, no entanto, uma política ou plano formal específico para o monitoramento das águas subterrâneas e não há recolha estrutural de dados sobre os níveis das águas subterrâneas ou a captação de águas subterrâneas em Angola. O único monitoramento que tem lugar é sobre a qualidade das águas subterrâneas para a água utilizada para consumo. Cada novo furo deve ser testado antes de poder ser utilizado para fins domésticos. Dependendo da dimensão da comunidade, a água é também depois de

perfurada supostamente ser amostrada e testada. A suposta frequência da amostragem depende da dimensão da comunidade que depende da fonte de água:

- Comunidades < 100 pessoas: 2 amostras por ano
- Comunidades com 100 – 1000 pessoas: 4 amostras por ano
- Comunidades > 1000 pessoas: 4 amostras por ano + 3 amostras adicionais por cada 1000 m³ captado.

A água utilizada para consumo deve ser analisada e comparada com os padrões de Angola que se baseiam na água potável da Organização Mundial de Saúde e nos padrões de Portugal. As amostras de água são testadas: Alcalinidade, NH₄, Ca, Cl, Fe, Mn, NO₂, NO₃, Na, SO₄. Os dados são mantidos pela DNA.

IGRAC (2013) e Upton et al. (2018) informaram que a Direcção Nacional de Águas – DNA realizam desde 1996 levantamentos anuais de campo para fazer inventários do estado operacional dos sistemas de abastecimento de água, incluindo furos e poços manuais, incluindo dados como profundidade e nível estático da água. A informação é arquivada pela DNA (>3600 pontos de águas subterrâneas em 2002; estado actual desconhecido). IGRAC (2013) reconhece a ausência de uma base de dados e gestão de dados sobre águas subterrâneas enquanto não existiam relações inter-institucionais em matéria de partilha e gestão de dados. Foi confirmado que esta situação não se alterou significativamente até 2018.

➤ *Gestão, análise e divulgação de dados*

Como resulta claramente do acima exposto, actualmente são recolhidos poucos dados sobre águas subterrâneas em Angola e não existe nenhum programa formalizado de monitoramento das águas subterrâneas ou base de dados nacional sobre águas subterrâneas. Por conseguinte, não são aplicáveis novos debates sobre **garantia e controle da qualidade dos dados, armazenamento, partilha e análise de dados, interpretação e divulgação**. A DNA mantém alguns dados sobre a qualidade da água para abastecimento público. INRH mantém uma base de dados sobre dados de águas superficiais. Durante o workshop de Novembro de 2018, o representante de Angola deixou claro que estão em curso iniciativas para desenvolver uma base de dados para as águas subterrâneas (pelo INRH), e que Angola começou a emitir licenças para furos.

3.2.2. *Botsuana (BWA)*

➤ *Visão geral da utilização das águas subterrâneas e do contexto institucional*

As águas subterrâneas são a principal fonte de água no Botsuana. É amplamente captada para abastecimento de água rural, e também utilizada em outros sectores: indústria (incluindo mineração); energia (por centrais eléctricas); irrigação; e abastecimento urbano de água (Upton, Dochartaigh, Key, Farr e Bellwood-Howard, 2018). As populações rurais dependem quase inteiramente das águas subterrâneas devido à escassez de águas superficiais (permanentes) e o Governo do Botsuana (2016) informa que 56% de toda a água fornecida às vilas e cidades são águas subterrâneas.

O Departamento de Águas (DWA), sob a tutela do Ministério de Minerais, Energia e Recursos Hídricos (MMEWR) (após as reformas anunciadas, o Departamento de Águas e Saneamento sob a tutela do Ministério de Gestão de Terras, Água e Serviços de

Saneamento) é responsável pela gestão de recursos, incluindo a protecção e o monitoramento básico dos recursos de águas subterrâneas. Water Utilities Corporation (WUC), que é um para-estatal, é a autoridade responsável pela captação e distribuição de água, incluindo o monitoramento dos furos / campos de poços de produção. Os furos de produção e campos de poços são desenvolvidos pelo DWA. A concessão de direitos sobre a água a particulares (licenciamento), incluindo as captações de águas subterrâneas, é da responsabilidade do Water Apportionment Board (Comissão de Repartição de Água).

➤ *Recolha de dados de localização, perfuração e testes de furos*

Os furos no Botswana precisam de ser registados no DWA e receber um número de identificação nacional (z-número para furos privados e bh-número para furos do governo). Na prática, nem todos os furos privados estão a ser registados. Os dados sobre a localização (levantamentos geofísicos), perfuração e testes devem ser registados e fornecidos ao DWA para armazenamento em bases de dados centrais. Os dados recolhidos durante a perfuração incluem registos litológicos, profundidade do furo, profundidade de colisões de água, taxas de penetração, revestimento instalado no furo, e a posição das secções seleccionadas. Registos de furos privados são frequentemente incompletos. DWA realiza testes de bombeamento (teste por fases e taxa constante) em furos públicos, e em alguns casos em furos públicos.

➤ *Recolha e gestão dos dados de monitoramento das águas subterrâneas*

Foi relatado por vários entrevistados que a monitoramento das águas subterrâneas enfrenta questões organizacionais, logísticas e técnicas desde a reestruturação do sector da água em 2008, com a transferência de responsabilidades do Departamento de Pesquisa Geológica (DGS) para o DWA, e do DWA para WUC. Isto afectou seriamente a qualidade da recolha e armazenamento de dados em bases de dados. Não está disponível um plano oficial de monitoramento das águas subterrâneas, mas o pessoal do DWA comunicou dois objectivos para o monitoramento das águas subterrâneas: monitoramento dos recursos e controle das captações de águas subterrâneas comunicadas por grandes utilizadores de águas subterrâneas (monitoramento da conformidade). WUC reportou o monitoramento do desempenho de furos de produção individuais como um objectivo para o monitoramento.

Através de escritórios regionais, o DWA realiza o monitoramento de furos de sondagem em torno de poços operados pela WUC (a WUC gere cerca de 850 furos de produção em cerca de 40 poços) e outros grandes utilizadores de águas subterrâneas (ex., minas). O network de monitoramento compreende cerca de 1100 furos, dos quais cerca de 100 não funcionam. Além disso, cerca de 100 furos estão equipados com registadores de dados. Nos outros, os níveis das águas subterrâneas são medidos todos os meses com medidores manuais de imersão. Fora dos campos de poços, as águas subterrâneas não são monitoradas ao nível do aquífero como costumavam ser na altura da DGS (antes de 2008). Existem várias lacunas de dados, especialmente de furos que não estão equipados com registadores de dados. No entanto, a utilização de registadores de dados também não é isenta de problemas e, para vários locais, perderam-se dados devido a registadores de dados com mau funcionamento e/ou vandalismo.

O monitoramento da qualidade das águas subterrâneas, muito semelhante ao monitoramento do nível das águas subterrâneas, concentra-se principalmente em torno de campos de poços e grandes utilizadores de águas subterrâneas. A frequência de amostragem pretendida é de 3 em 3 meses. O DWA não monitora a qualidade das águas subterrâneas ambientais em todo o país.

Na prática, o DWA não monitora a captação de águas subterrâneas. Não existem dados disponíveis sobre volumes de captação relacionados, por exemplo, com esquemas de abastecimento de água rural, tubagens de suporte em aldeias, a utilização de águas subterrâneas para abeberamento do gado ou para irrigação. A WUC e outros utilizadores (licenciados) de água devem apresentar relatórios anuais sobre a utilização das águas subterrâneas.

A WUC monitora os níveis, qualidade (4x ano) e taxas de captação (leituras mensais dos contadores de água) das águas subterrâneas nos poços que operam. Na realidade, a medição dos níveis de água nos furos bombeados não acontece frequentemente, uma vez que muitos furos não estão equipados com tubos de acesso por imersão. A divisão de papéis, responsabilidades e objectivos entre o DWA e a WUC em termos de monitoramento das águas subterrâneas não parece estar muito claramente definida / não são claros a nível operacional.

➤ *Gestão, análise e divulgação de dados*

Não existem procedimentos formais para **garantia e controle da qualidade dos dados** (dados QA/QC). O pessoal do DWA indicou que os funcionários técnicos devem traçar medições em gráficos para inspecção visual dos dados, mas na prática isso não acontece porque não têm formação e conhecimentos informáticos suficientes para o fazer. Os entrevistados tanto do DWA como da WUC indicam que existem preocupações sobre a qualidade dos dados recolhidos, uma vez que os oficiais técnicos/técnicos são frequentemente pouco formados nas suas tarefas. Além disso, são expressas preocupações sobre as lacunas de dados resultantes de questões logísticas. Em geral, os procedimentos para atribuir números de identificação únicos aos furos funcionam bem, embora ocorra que os mesmos números de identificação de furos tenham sido entregues para diferentes locais, o que causa problemas de integridade dos dados nas bases de dados; não existe qualquer procedimento para resolver tais problemas.

Armazenagem de dados: A intenção é que todos os certificados de conclusão de perfuração, dados de localizações de furos (geofísica) e de testes de bombeamento sejam arquivados, digitalizados e carregados nas bases de dados digitais do DWA. Na realidade, existe um grande atraso na digitalização destes dados e a maioria dos dados só está disponível em formato impresso nos arquivos do DWA. Os dados de furos privados estão frequentemente incompletos ou completamente ausentes. Os dados do nível e qualidade das águas subterrâneas devem ser armazenados na base de dados do DWA (Wellmon). Também, para os dados de monitoramento das águas subterrâneas, que são recolhidos através dos escritórios regionais do DWA, há um grande atraso na introdução dos dados na base de dados central. Como resultado, os escritórios regionais do DWA utilizam as suas próprias planilhas como uma alternativa à base de dados nacional.

Os dados recolhidos pela WUC e outros grandes utilizadores (sector privado) de águas subterrâneas não são submetidos ao DWA para inclusão na base de dados nacional de águas subterrâneas. A WUC não tem uma base de dados centralizada para os seus dados; os dados são armazenados em planilhas por distrito.

Em termos de dados de captação de águas subterrâneas, apenas um número limitado de utilizadores submete os seus relatórios anuais de monitoramento da água à Comissão de Repartição da Água (Setlhogile e Harvey, 2015). Não parece existir uma base de dados centralizada para os dados de qualidade das águas subterrâneas recolhidos pelo DWA ou

WUC.

Acesso aos dados e partilha de dados: Além do atraso na entrada de dados, os gabinetes regionais também não têm acesso directo / fácil à base de dados nacional. Portanto, voltaram a utilizar as suas próprias planilhas em vez dos dados da(s) base(s) de dados oficial(ais). Na sede do DWA são feitos esforços para ligar as diferentes bases de dados relevantes para as águas subterrâneas numa única interface de utilizador, mas actualmente esta só pode ser operada por uma pessoa. O sector privado ou as universidades não têm conhecimento ou acesso directo aos dados disponíveis, embora sejam fornecidos dados a pedido.

Os dados sobre águas subterrâneas não são amplamente utilizados para **análises, interpretação e divulgação**: Nem o DWA nem a WUC informam, em uma base estrutural, sobre tendências ou análises a partir dos dados de monitoramento das águas subterrâneas (sem análises ou relatórios regulares). A utilização de dados de monitoramento parece muito limitada e ad-hoc. A WUC reporta anualmente ao DWA para monitoramento de conformidade, mas as análises nestes relatórios são limitadas. O facto de os dados não serem analisados e interpretados de uma forma estruturada e não serem apresentados de uma forma que atraia os utilizadores é relatado como uma grave lacuna: Os dados não são transformados em informação.

3.2.3. República Democrática do Congo (COD)

➤ Visão geral da utilização das águas subterrâneas e do contexto institucional

Em geral, as águas superficiais são abundantes na República Democrática do Congo e as águas subterrâneas são pouco utilizadas em grande escala. Pietersen e Beekman (2017) informam que o sector doméstico é o maior utilizador de água com 53% seguido pelo sector agrícola (incl. irrigação: 30%) e o sector industrial (incl. mineração: 17%). Eles informam que cerca de 13% do uso total de água é proveniente de águas subterrâneas. Os entrevistados relataram que, como resultado desta utilização limitada (necessidade de) utilizar as águas subterrâneas, também tem havido um foco limitado nas águas subterrâneas. Actualmente, no entanto, a Direcção dos Recursos Hídricos, no Ministério do Ambiente, está a desenvolver esforços para desenvolver uma política sobre a utilização e gestão conjunta dos recursos de águas superficiais e subterrâneas.

A Direcção de Recursos Hídricos sob o Ministério do Ambiente supervisiona / dirige a gestão de todos os recursos hídricos do país. O departamento de Água e Hidrologia do Ministério da Energia e Recursos Hidráulicos é responsável pela emissão de licenças de perfuração e de água; é também responsável pelo monitoramento do recurso e pelo controlo da conformidade para a utilização de águas subterrâneas. Na prática, isto não acontece. O Serviço Nacional de Hidráulica Rural (Service National d'Hydraulique Rural - SNHR) sob a tutela do Ministério da Agricultura e Desenvolvimento Rural é responsável pela localização e perfuração de furos, e recolha de dados associados.

Dois departamentos principais têm a responsabilidade de recolher dados relacionados com o monitoramento das águas subterrâneas, embora não esteja a acontecer como esperado:

➤ Recolha de dados de localização, perfuração e testes de furos

O SNHR é responsável pela localização e perfuração de furos e pelos dados relacionados. Os novos furos devem ser registados no SNHR. Se os furos forem feitos por entidades privadas, estas devem comunicar as informações ao SNHR. Os dados são na sua maioria armazenados

como cópias impressas (notas de campo), por vezes em planilhas em papel. Os registos incluem informação sobre a localização (são normalmente realizados levantamentos magnéticos e eléctricos de resistividade), número de furos, localização, profundidade, nível (estático) das águas subterrâneas, litologia, dados de construção de furos e informação sobre o teste de bombeamento (teste de taxa constante). Uma amostra de águas subterrâneas também deve ser analisada no final da construção do furo de sondagem. O grau de conformidade não é claro. Parece que, na realidade, poucos dados são recolhidos.

➤ *Recolha e gestão dos dados de monitoramento*

O Departamento de Água e Hidrologia, Ministério da Energia e Recursos Hidráulicos é responsável pelas licenças de perfuração e licenças de utilização da água, bem como pelo monitoramento da qualidade e do nível das águas subterrâneas. No entanto, não existe actualmente nenhum plano nacional de monitoramento das águas subterrâneas, nem se realiza qualquer monitoramento coordenado das águas subterrâneas e não existe uma base de dados centralizada. Foi informado que os furos de abastecimento público de água estão a ser monitorados quanto à qualidade das águas subterrâneas. No entanto, não é claro quais os dados que estão a ser recolhidos e como são armazenados.

O monitoramento das taxas de captação também não é obviamente monitorado. Os entrevistados indicaram que há mais preocupação com a contaminação das águas subterrâneas do que com os volumes de captação.

➤ *Gestão, análise e divulgação de dados*

Como deduzido claramente do acima exposto, actualmente quase não são recolhidos quaisquer dados sobre águas subterrâneas em uma base estrutural na República Democrática do Congo e não existe qualquer programa de monitoramento das águas subterrâneas ou base de dados nacional sobre águas subterrâneas. Por conseguinte, não são aplicáveis novos debates sobre **garantia e controlo da qualidade dos dados, armazenamento, partilha e análise de dados, interpretação e divulgação**. Diz-se que o SNHR armazena dados e espera-se que os proprietários de furos de sondagem apresentem dados; não é claro se na prática isto acontece.

3.2.4 eSwatini (SWZ)

➤ *Visão geral da utilização das águas subterrâneas e do contexto institucional*

O sector agrícola é relatado como o maior utilizador de água (98% do total de água utilizada, e principalmente de águas superficiais), a utilização de água doméstica e industrial representa ambos apenas cerca de 1%. As águas subterrâneas representam apenas cerca de 2% da utilização total de água em eSwatini.

No entanto, as águas subterrâneas têm uma importância crucial para a população rural, pois estima-se que 90% da população nas zonas rurais depende totalmente das águas subterrâneas para o abastecimento de água potável (Pietersen e Beekman, 2016). Existem cerca de 6.000 furos em eSwatini.

Os recursos de águas subterrâneas são actualmente regidos pela Lei da Água de eSwatini de 2003, que define um conjunto de critérios relativos à gestão e utilização adequadas das águas subterrâneas. A maior parte do conhecimento hidrogeológico data de um projecto de mapeamento das águas subterrâneas no início dos anos 90, realizado pelo Departamento de Pesquisas Geológicas e Minas de eSwatini, em colaboração com a Agência Canadiana para o Desenvolvimento Internacional (fonte: Swaziland MNRLE e Canada IDA, 1992).

O *Ministério dos Recursos Naturais e Energia* é responsável pela monitoramento e gestão dos recursos de águas subterrâneas na Suazilândia. O ministério é também responsável pelo abastecimento de água nas zonas rurais. A Swaziland Water Service Corporation (Corporação de Serviços Hídricos da Sualindândia) é responsável pelo fornecimento de água urbana. O abastecimento de água rural depende em grande parte das águas subterrâneas dos furos. Foi observado que a avaliação, monitoramento e gestão das águas subterrâneas está a receber atenção insuficiente. O motivo para isso é a capacidade limitada em combinação com uma alta carga de trabalho relacionada com as actividades de abastecimento de água rural: Todas as pessoas em eSwatini têm o direito de acesso à água potável. Isto é visto como o direito a um furo, resultando em pequenas povoações, escolas, organizações públicas e mesmo pessoas privadas a solicitarem a perfuração de furos. Esta situação resultou numa enorme lista de espera de furos (cerca de 3000 no momento das entrevistas) e no facto de o pessoal limitado não ter tempo ou recursos para actividades relacionadas com o monitoramento ou gestão das águas subterrâneas.

➤ *Recolha e gestão de dados de localização, perfuração e testes de furos*

A localização de novos furos inclui normalmente um levantamento geofísico (levantamento de resistividade magnética ou eléctrica). Uma vez que o furo tenha sido feito, realiza-se uma taxa constante ou um teste de bombeamento por fases. Normalmente, os testes de bombeamento duram menos de 2h (em vez das 24h recomendadas).

Dados adicionais sobre os furos incluem a litologia, a colisão de água e a construção do furo. Estes dados são recolhidos directamente pelas diferentes unidades do Ministério dos Recursos Naturais e Energia ou por empresas privadas de perfuração que devem comunicar os dados ao Ministério. Além disso, uma amostra de águas subterrâneas é analisada após a conclusão do furo. EC, pH, turbidez, TDS e temperatura são os parâmetros que são normalmente medidos no campo. Não é claro que outras análises são feitas quando as amostras são trazidas para o laboratório, embora sejam seguidos os padrões da OMS.

➤ *Recolha e gestão do monitoramento de dados*

Foi mencionado um plano nacional de monitoramento das águas subterrâneas, mas a situação permaneceu de certa forma pouco clara. O monitoramento das águas subterrâneas é organizada centralmente e realizada a partir da sede em Mbabane, enquanto o monitoramento das águas superficiais foi delegado aos escritórios distritais. Devido à elevada carga de trabalho no que diz respeito ao abastecimento de água, não há tempo e capacidade suficientes para realizar todo o monitoramento necessário das águas subterrâneas. Foi também relatado que um número significativo de furos de monitoramento foram equipados como furos de produção para abastecimento de água durante períodos de seca. Este processo nunca foi invertido, e a rede de monitoramento foi seriamente afectada por este. O nível e a qualidade das águas subterrâneas só são medidos directamente após a conclusão dos furos. Os proprietários de poços privados devem controlar eles próprios os níveis das águas subterrâneas e comunicar os dados ao ministério, mas não é obrigatório. As amostras adicionais de águas subterrâneas se forem comunicados problemas pode ser analisadas adicionalmente (ex., pessoas a ficarem doentes).

A captação de águas subterrâneas não é monitorada.

Os poucos dados que são recolhidos são na maioria armazenados como planilhas, frequentemente em locais diferentes, o que torna o acesso aos dados mais difícil.

➤ *Gestão, análise e divulgação de dados*

Em termos de **garantia e controlo de qualidade de dados**, muito pouco é formalizado. Foi relatado que é necessária formação em monitoramento do nível das águas subterrâneas. O **armazenamento de dados** em eSwatini consiste na maioria de cópias impressas ou electrónicas de relatórios (dados sobre sondagem dos furos, registos de perfuração, testes de bombeamento, etc.). Os dados do nível das águas subterrâneas são armazenados em ficheiros Excel. Existia uma base de dados relacional Access, mas esta já não é mantida nem está operacional. Embora a **partilha de dados** possa ser tecnicamente um pouco dificultada devido à falta de bases de dados digitais relacionais, foi relatado por muitos que geralmente é fácil a partilha de dados entre organizações. Existe uma cultura de dados aberta. Em termos de **Análises, interpretação e divulgação** de resultados, muito pouco está a acontecer.

3.2.5. Lesoto (LSO)

➤ *Visão geral da utilização das águas subterrâneas e do contexto institucional*

Estima-se que 41% da utilização total de água no Lesoto provém de águas subterrâneas (Pietersen e Beekman, 2016). As águas subterrâneas são a fonte predominante de água para as zonas rurais: Nas zonas montanhosas do Lesoto, as águas subterrâneas que emanam das nascentes são captadas e utilizadas para o abastecimento de água rural. Nas terras baixas ocidentais, incluindo a capital Maseru, os furos de sondagem são mais frequentes.

➤ *Recolha e gestão de dados de localização, perfuração e testes de furos*

Todos os furos perfurados para fins não domésticos devem ser registados / licenciados. Contudo, a aplicação da lei é fraca, o que resulta numa baixa conformidade, e os dados disponíveis sobre furos dizem principalmente respeito a furos de sondagem públicos. Os

dados recolhidos incluem litologia, colisões de água, nível de água estática, profundidade do furo e taxas de penetração. Quando um levantamento geofísico é feito, os dados são comunicados. Os testes de bombeamento são obrigatórios para os poços públicos de abastecimento de água (teste por fases e/ou teste de taxa constante).

➤ *Recolha e gestão de dados de monitoramento*

O monitoramento nacional das águas subterrâneas é conduzido pelo Departamento de Águas (DWA) sob a tutela do Ministério da Energia, Meteorologia e Assuntos Hídricos (MEMWA). Os furos e nascentes nas terras baixas estão a ser monitorados pelo pessoal do DWA da unidade central, enquanto as nascentes de montanha são monitoradas pelo pessoal dos escritórios regionais. O Lesoto está num processo de reforma do sector hídrico, o que implica, entre outras coisas, a descentralização do monitoramento das águas subterrâneas para as comunidades locais, especialmente nas zonas rurais e montanhosas, enquanto o trabalho do DWA está a ser reduzido a um papel consultivo. O network nacional de monitoramento é constituído por nascentes e furos. Os dados das águas subterrâneas são recolhidos rotineiramente sobre o nível das águas subterrâneas (para furos), qualidade (para furos e nascentes), e descarga das nascentes.

Não parece haver um plano oficial de monitoramento das águas subterrâneas e os objectivos de monitoramento das águas subterrâneas não estão claramente formulados.

O actual network de monitoramento das águas subterrâneas foi o resultado de um projecto financiado pela Itália desde o início dos anos 90. No âmbito deste projecto foram efectuados furos para o desenvolvimento do Mapa Hidrogeológico do Lesoto. Estes furos tornaram-se o network nacional de monitoramento de águas subterrâneas. Os funcionários entrevistados não sabiam se os locais destes furos estavam relacionados com o network de monitoramento propositadamente concebido, ou como estes locais foram escolhidos. Os objectivos deste programa de controle também não são claros. Dos 72 furos de observação iniciais, apenas 48 estão actualmente operacionais como pontos de monitoramento.

As razões que foram mencionadas são que sob pressão das comunidades locais e na recente seca (2015) alguns dos furos de observação foram equipados com bombas e transformados em furos de produção, enquanto alguns outros furos foram vandalizados e já não podem ser utilizados. O Departamento de Águas (DWA), responsável pelo monitoramento, já não possui quaisquer registos sobre os dados de construção dos furos (ex., profundidade, registos litológicos, colisões de água), o que significa que as análises e a interpretação dos dados de monitoramento são seriamente dificultadas.

Os níveis das águas subterrâneas devem ser medidos a cada 3 meses (4x/ano), mas muitas lacunas são detectadas devido à capacidade insuficiente e a questões logísticas. Os dados são recolhidos pelos escritórios regionais do DWA, utilizando medidores de imersão, e enviados por e-mail para o escritório central, onde são registados em planilhas.

A qualidade das águas subterrâneas deve ser medida em cerca de 30 nascentes e 20 furos de monitoramento, que foram priorizados com base na população dependendo da fonte (dados do Departamento de Abastecimento de Água Rural), da idade da fonte (dados do Departamento de Abastecimento de Água Rural) e das tendências das doenças na população que utiliza a fonte (dados do Ministério da Saúde). TDS, temperatura e pH são medidos no campo. Os iões principais e o flúor são medidos subsequentemente no laboratório. A microbiologia não está a ser analisada. Devido aos recursos limitados, o monitoramento da qualidade das águas subterrâneas é, na prática, bastante limitada.

Não há monitoramento da captação de águas subterrâneas dos furos. Os volumes bombeados nos furos propriedade do Departamento de Abastecimento de Água Rural e da Companhia de Água e Esgotos devem ser registados, mas não há provas disso. As taxas de fluxo das nascentes capturadas para abastecimento público de água são medidos a intervalos regulares.

➤ *Gestão, análise e divulgação de dados*

Não havia provas claras de quaisquer procedimentos formalizados ou implementados para **garantia e controlo da qualidade dos dados**. Foram relatados problemas com furos com diferentes coordenadas e estas são mesmo relatadas em diferentes sistemas de coordenadas, dependendo da idade do furo. Foi desenvolvido um sistema nacional de identificação de furos e nascentes, mas ainda não foi implementado, o que resulta em mais problemas de inconsistência. Os dados dos furos são mantidos em cópias impressas ou em planilhas, mas não em uma base de dados pesquisável.

O armazenamento de dados é executado em planilhas e estas não estão disponíveis publicamente online, mas podem ser fornecidas a pedido. As planilhas não estão estruturadas de forma consistente, e não existe um procedimento de salvaguarda para evitar a perda dos dados nacionais de monitoramento das águas subterrâneas em caso de perda do laptop (computador portátil) específico que é utilizado para armazenar os dados. Também não existem procedimentos para assegurar que as cópias da planilha sejam feitas apenas a partir de um ficheiro mestre armazenado centralmente. Isto significa que existe um sério risco de que as versões paralelas da base de dados evoluam ao longo do tempo, o que compromete a integridade dos dados. Com base no longo procedimento e nas experiências de alguns entrevistados fora do governo, a **partilha de dados** não é uma prática comum no Lesoto. Alguns entrevistados relataram que era impossível ter acesso aos dados.

Não há **análises estruturais / regulares, interpretação e disseminação de dados** e informações sobre águas subterrâneas no Lesoto. Um dos entrevistados salientou que a baixa frequência de monitoramento (4x/ano), em combinação com as muitas lacunas de dados, limita seriamente a utilização dos dados de monitoramento das águas subterrâneas.

3.2.6. *Malawi (MWI)*

➤ *Visão geral da utilização das águas subterrâneas e do contexto institucional*

As águas subterrâneas são utilizadas pela maioria da população rural. Mais de 46.000 furos são contados em todo o país. Em 2017 foi publicado um Plano Director Nacional dos Recursos Hídricos que inclui os recursos hídricos subterrâneos, o qual aborda o monitoramento das águas subterrâneas. A recolha e gestão dos dados sobre águas subterrâneas está sob a responsabilidade da Divisão de Águas Subterrâneas, dentro do Departamento de Recursos Hídricos, mas será assumida pela Autoridade Nacional de Recursos Hídricos.

➤ *Recolha e gestão de dados de localização, perfuração e testes de furos*

Cada novo furo, privado ou público, deve ser registado no Departamento de Recursos Hídricos, incluindo dados relevantes para a localização, perfuração e testes. No entanto, os perfuradores privados submetem frequentemente formulários incompletos ou simplesmente não submetem nada. A maioria dos furos registados são públicos ou furos perfurados por ONGs. Os registos são arquivados como cópias impressas e planilhas.

Os dados incluem localização, data da perfuração, dados de construção, litologia e informação sobre testes (testes por fases, taxa constante e testes de recuperação). Além disso, uma amostra de águas subterrâneas é recolhida quando o furo é completado.

➤ *Recolha e gestão de dados de monitoramento*

O network de monitoramento compreende 75 furos equipados com registadores automáticos de dados. Os dados são verificados de forma cruzada com medições manuais. Existem lacunas nas observações mas estas são substancialmente reduzidas nos últimos anos, com a instalação de registadores de dados. Algumas falhas de construção são registadas, tais como a entrada de água superficial no piezómetro, que podem afectar os dados de qualidade da água. Alguns poços são vandalizados.

As amostras de águas subterrâneas são também analisadas. Após a conclusão do furo, os controlos de qualidade das águas subterrâneas devem ser efectuados de 6 em 6 meses, mas muitas lacunas são relatadas. pH, EC e TDS são medidos directamente no campo. Os iões principais são medidos no laboratório, com uma análise bacteriológica quando solicitada.

Os dados de monitoramento são primeiro processados e verificados em planilhas, depois introduzidos nas bases de dados WISH e Hydstra. A captação de águas subterrâneas não é monitorada.

Os dados são normalmente armazenados em primeiro lugar em Excel, o que permite um fácil processamento e visualização. O Ministério está a utilizar a base de dados WISH (Sistema Windows de Interpretação para Hidrogeologistas) desenvolvido pelo Instituto de Estudos de Águas Subterrâneas (IGS) na Universidade do Free State e a Comissão de Investigação da Água (WRC) na África do Sul. Existe um link fácil do formato Microsoft Excel/Access para a base de dados WISH. O processamento/análise de dados em geral é insuficiente, em muitos casos também a divulgação/partilha de informação.

3.2.7. Madagáscar

Nenhuma informação disponível sobre este projecto.

3.2.8. Maurícias (MUS)

➤ *Visão geral da utilização das águas subterrâneas e do contexto institucional*

Os recursos hídricos subterrâneos são geridos pela Unidade de Recursos Hídricos (WRU), no âmbito do Ministério da Energia e dos Serviços Públicos. Dentro do mesmo ministério, a Autoridade Central da Água (CWA) é responsável por fornecer um abastecimento de água sustentável à população. Foram emitidos vários documentos políticos que dizem respeito às águas subterrâneas, tais como as Leis das Águas Subterrâneas (1969 e 1973) e os Regulamentos da Lei das Águas Subterrâneas (1973, 1989, 1998, 2006, 2002 e 2011)³, a Política Hídrica Nacional (2014)⁴, o Plano Nacional de Gestão Integrada dos Recursos Hídricos (2017).

➤ *Recolha e gestão de dados de localização, perfuração e testes de furos*

Dados sobre a localização, perfuração e testes de furos são guardados em cópias impressas e planilhas. Considerando que as áreas do país são pequenas (2 040 km²),

podem recolher estes dados minuciosamente, pelo que a qualidade e consistência é boa.

➤ *Recolha e gestão de dados de monitoramento*

O Ministério da Energia e Serviços Públicos (MEPU) apoiado pela Autoridade Central da Água (CWA) e a Unidade de Recursos Hídricos (WRU) são responsáveis pela avaliação dos recursos hídricos dos aquíferos nas Maurícias. Eles realizam o estabelecimento de networks de monitoramento das águas subterrâneas; avaliação do rendimento e avaliação do risco de poluição. Em 2002, os dados sobre águas subterrâneas que estavam a ser recolhidos incluem os níveis, qualidade, procura e captação das águas subterrâneas (Wellfield Consulting Services 2011).

A WRU é responsável pelo monitoramento dos níveis das águas subterrâneas. Os níveis das águas subterrâneas são monitorados em mais de 300 locais, o que representa uma boa densidade de pontos de monitoramento dada a pequena área do país. No entanto, a frequência de monitoramento é variável, dependendo do orçamento disponível. As medições são na maioria manuais (medidor de imersão) mas 13 furos estão equipados com registadores de dados.

A captação e qualidade das águas subterrâneas são monitoradas apenas em poços de captação (mais de 400 no total). É da responsabilidade da CWA.

³ <http://publicutilities.govmu.org/English/Pages/Legislation.aspx>

⁴ <http://publicutilities.govmu.org/English/publications/Documents/National%20Water%20Policy.PDF>

³ <http://publicutilities.govmu.org/English/Documents/Hydrology/chapter%204.pdf>

Além disso, 29 furos destinam-se a monitorar a interface água do mar/água fresca ao longo da costa. Os perfis de Condutividade Eléctrica de Fluidos (EC) são feitos todos os meses para estes furos. O monitoramento da interface água do mar/água fresca é informada pela política formal e planeada em conformidade. É importante considerar que a contribuição das águas subterrâneas para o abastecimento de água potável é de cerca de 51 % ³ neste estado insular. Há sempre preocupações de que a extracção do recurso possa ocorrer e possa gerar intrusão de água do mar. Os dados de qualidade das águas subterrâneas são considerados sensíveis para o acesso público, mas as pessoas entrevistadas indicaram que os seus especialistas analisam rotineiramente os dados e produzem relatórios para uma tomada de decisão informada e protecção das águas subterrâneas, em conformidade com os protocolos do departamento governamental.

Os entrevistados relataram a necessidade de um plano claro de monitoramento das águas subterrâneas.

3.2.9. Moçambique (MOZ)

➤ *Visão geral da utilização das águas subterrâneas e do contexto institucional*

80% da população rural é abastecida por águas subterrâneas, tais como algumas cidades. A Gestão dos Recursos Hídricos é supervisionada pelo Ministério das Obras Públicas, Habitação e Recursos Hídricos (MPWHWR), através da Direcção Nacional de Gestão de Recursos Hídricos (DNGRH) a nível central e pelas Administrações Regionais de Água (ARAs)

a nível regional/local. A Direcção Nacional de Águas (DNA) sob a tutela do Ministério das Obras Públicas, Habitação e Recursos Hídricos (MOPH) é responsável pela gestão integrada dos recursos hídricos, abastecimento de água e saneamento.

Maputo tem um sistema de distribuição de água bastante único, onde o FIPAG (Fundo de Investimento e Património do Abastecimento de Água) fornece água ao Distrito Comercial Central da cidade, enquanto as áreas circundantes são abastecidas por muitas pequenas empresas de abastecimento de água que fornecem água apenas às casas nas imediações directas do furo - 8 ou 10 habitações.

➤ *Recolha e gestão de dados de localização, perfuração e teste de furos*

Cada furo potencial precisa de ser registado antes de ser perfurado, embora nem sempre seja o caso. ARAs supervisionam o registo dos furos de sondagem. Informações como o tipo de geofísica utilizada para sondar o furo, perfil litológico e informações de teste de bombeamento são também armazenadas nas bases de dados do registo. Latitude e longitude são registadas, mas não a elevação. Os testes de bombeamento consistem principalmente em testes de taxa constante de 24 a 72h, durante os quais a qualidade das águas subterrâneas (geralmente CE) também é medida. Os registos também incluem dados de construção (profundidade, filtros, invólucro, diâmetro, etc.). Os furos recebem um número de identificação mas existem inconsistências.

➤ *Recolha e gestão de dados de monitoramento*

As ARAs são responsáveis pelo monitoramento das águas subterrâneas. Os níveis das águas subterrâneas devem ser medidos todos os meses, enquanto a química das águas subterrâneas deve ser analisada de 6 em 6 meses, mas são notadas várias lacunas. Os níveis das águas subterrâneas são medidos automaticamente por registadores de dados ou manualmente com medidores de imersão. As análises das águas subterrâneas incluem todos os iões principais, pH, CE, temperatura, TDS e análise bacteriológica.

Os volumes de águas subterrâneas abstraídas devem ser monitorados se não para fins pessoais ou domésticos, mas a instalação de medidores de fluxo não é aplicada.

Os dados são actualmente armazenados como planilhas em bases de dados ARAs, mas uma base de dados nacional está em desenvolvimento na DNGRH.

Em 2002, não existia um monitoramento nacional de rotina das águas subterrâneas para recolher e gerir os dados relativos às águas subterrâneas (Wellfield Consulting Services 2011). Contudo, de acordo com o IGRAC (2013), a ARA-Sul estava nessa altura a realizar um projecto-piloto de monitoramento das águas subterrâneas para recolher dados hidrogeológicos de um sistema aquífero completo (~5000 km²) na área metropolitana de Maputo. Os dados recolhidos sobre as águas subterrâneas incluem os níveis mensais das águas subterrâneas, a condutividade eléctrica (CE) e a química básica (todos os iões principais) em uma base semestral.

Moçambique utiliza as directrizes de qualidade da água da OMS. Quando a água captada não é para uso pessoal, o proprietário precisa de indicar o volume médio captado sobre o qual ele/ela será cobrado. A instalação de medidores de fluxo é encorajada mas não obrigatória e os volumes abstraídos não são registados e reportados.

3.2.10. Namíbia (NAM)

➤ *Visão geral da utilização das águas subterrâneas e do contexto institucional*

A Namíbia é um país árido que depende muito das águas subterrâneas. Existem mais de 54000 furos no país, entre os quais 630 são furos de monitoramento nacionais.

➤ *Recolha e gestão de dados de localização, perfuração e teste de furos*

Os furos de sondagem são geridos por diferentes organizações. O Departamento de Águas e Silvicultura é responsável pelos furos públicos. Os conselhos municipais são responsáveis pelo abastecimento de água nas cidades. NAMWATER é uma instituição para-estatal responsável pelo abastecimento de água rural, embora também abasteça a indústria e algumas cidades, como Windhoek. Todos os furos são armazenados na base de dados nacional de águas subterrâneas, GROWAS2. Os registos incluem dados sobre os métodos de localização, perfuração e testes. Os métodos de localização incluem geralmente um levantamento da condutividade eléctrica. Após a perfuração, é realizado um teste de bombeamento (teste por fases, teste de taxa constante e teste de recuperação). EC/TDS e pH são medidos durante o teste de bombeamento. Os dados de perfuração incluem taxas de penetração, colisões de água, qualidade aparente da água, profundidade do furo, diâmetro do furo, rendimento de sopro, nível de água em repouso, logs litológicos, diâmetro do invólucro, volume de cascalho e vedantes sanitários instalados, e altura do furo até à borda. Falta elevação para muitos furos, de modo que apenas os níveis relativos das águas subterrâneas são conhecidos.

➤ *Recolha e gestão de dados de monitoramento*

A Direcção de Gestão dos Recursos Hídricos (DWRM) é responsável pelo monitoramento das águas subterrâneas. Não existe um plano nacional oficial de monitoramento das águas subterrâneas. São feitos planos anuais, em função das necessidades e dos recursos disponíveis. Existem 630 furos de monitoramento de águas subterrâneas na Namíbia, dos quais 196 estão equipados com registadores de dados digitais, os outros 434 são monitorados manualmente com um medidor de imersão. Os níveis das águas subterrâneas são recolhidos de 3 em 3 meses. Os furos de monitoramento estão estrategicamente localizados. A maioria deles estão na região de Windhoek. Alguns outros estão localizados dentro de aquíferos transfronteiriços. Os dados dos registadores são comparados com os dados manuais sempre que os registadores são verificados (de 3 em 3 meses) para garantir que os dados são consistentes.

As águas subterrâneas são amostradas para analisar a sua qualidade (conjunto de parâmetros padrão de qualidade da água). Não é claro qual é a distribuição (50 furos? todos os furos de monitoramento?) e a frequência (de 3 em 3 meses? todos os anos?) da amostragem das águas subterrâneas. O balanço iónico é calculado, juntamente com outras verificações, para garantir que os dados de qualidade das águas subterrâneas são fiáveis. São frequentemente recolhidas amostras duplas.

NAMWATER controla a captação nos furos que supervisiona, e recebe dados de captação de águas subterrâneas de outros utilizadores, na sua maioria da indústria. Cada utilizador licenciado deve reencaminhar os volumes abstraídos para NAMWATER lidos a partir de um fluxómetro. São realizadas visitas de campo para recolher dados de utilizadores não conformes.

Os dados de monitoramento são armazenados na Base de Dados Nacional de Águas Subterrâneas (GROWAS) sob o Departamento de Assuntos de Água e Silvicultura, no Ministério da Agricultura, Água e Silvicultura. Os dados são primeiro registados em planilhas, depois em GROWAS2. A base de dados não é facilmente acessível online ao público, mas os dados estão disponíveis mediante pedido. GROWAS fornece visualização de dados e processamento básico (análise de tendências e correlação). A Cidade de Windhoek está a utilizar os dados num modelo de águas subterrâneas. Em 2018, a DWRM irá preparar o primeiro Relatório Anual do Estado das Águas Subterrâneas, para melhorar a análise e divulgação dos dados de monitoramento das águas subterrâneas.

3.2.11. Seicheles (SYC)

Nenhuma informação disponível sobre este projecto.

3.2.12. África do Sul (ZAF)

➤ *Visão geral da utilização das águas subterrâneas e do contexto institucional*

De acordo com Pietersen e Beekman (2016) as águas subterrâneas representam cerca de 15% da utilização total de água na África do Sul. Em 2013, o Departamento de Águas (actualmente Departamento de Águas e Saneamento, DWS) relatou que cerca de 65% das águas subterrâneas eram utilizadas para a agricultura (cerca de 60% para irrigação e cerca de 5% para abeberamento do gado). A maior parte do restante das águas subterrâneas foi utilizada no sector mineiro (cerca de 13%), serviços de abastecimento doméstico de água em cidades e vilas (cerca de 13%) e na indústria (3%). O abastecimento de água rural compõe os restantes ~6% da utilização de águas subterrâneas. Nas zonas rurais, as águas subterrâneas são geralmente a única fonte de água. Desde a entrada em vigor da Lei Hídrica Nacional de 1998, o DWS é responsável pelo monitoramento, gestão e protecção de todos os recursos hídricos do país, o que inclui as águas subterrâneas ⁵. DWS desenvolveu o Arquivo Nacional de Águas Subterrâneas (NGA)⁶. O NGA contém cerca de 252 800 furos registados (furos privados e públicos). Esta base de dados pode ser acedida online por qualquer utilizador registado para consultar e descarregar dados. Muitos dos furos privados ainda não estão registados no NGA.

➤ *Recolha e gestão de dados de localização, perfuração e teste de furos*

Foi desenvolvido e implementado um sistema nacional para codificação de furos de sondagem. Quando disponível, o Arquivo Nacional de Águas Subterrâneas fornece informações sobre a localização, a perfuração/construção e testes dos furos. Os métodos de localização incluem geralmente a geofísica (magnética, resistividade, sísmica, electromagnética e gravitacional), realizada por DWS ou por empresas locais de águas subterrâneas. Os dados recolhidos durante a construção do furo incluem a litologia, a taxa de penetração, as colisões de água, a profundidade do furo e os dados de construção. Os parâmetros e resultados dos testes de bombeamento também são armazenados na base de dados.

⁵ <http://www.dwa.gov.za/iwqs/eutrophication/NEMP/AppendixAWaterAct.pdf>

⁶ <http://www3.dwa.gov.za/nganet/>

➤ *Recolha e gestão de dados de monitoramento*

O DWS monitoriza os níveis e a qualidade das águas subterrâneas em todo o país. O número total de pontos de monitoramento do nível das águas subterrâneas registados é de 6033, mas cerca de 2/3 estão inactivos. Esta proporção varia, dependendo da capacidade dos gabinetes regionais do DWS encarregados do controle. Nem todos os gabinetes regionais têm recursos suficientes para realizar esta tarefa.

Os níveis piezométricos são medidos manualmente com medidores de imersão, não são utilizados registadores de dados. Os níveis das águas subterrâneas devem ser monitorados todos os meses. Os dados do nível das águas subterrâneas são armazenados no NGA se a frequência de monitoramento não exceder um dado por mês. As séries temporais maiores são armazenadas numa base de dados separada chamada Hydstra. A Hydstra e a NGA não estão ligadas.

Existem actualmente 535 pontos de monitoramento da qualidade das águas subterrâneas em todo o país, incluindo furos e nascentes. Quanto aos furos de monitoramento do nível das águas subterrâneas, apenas 378 estão activos. As águas subterrâneas são testadas duas vezes num ano, antes e depois das estações chuvosas. Os iões principais são analisados (Ca, Mg, K, Na, Cl, NO₃, SO₄, HCO₃, CO₂), assim como a EC e o pH. A interpretação dos dados de qualidade das águas subterrâneas é feita utilizando CHART ⁷. Os dados de qualidade das águas subterrâneas são armazenados no Sistema de Gestão Hídrica (WMS). WMS e NGA estão ligadas utilizando um sistema de numeração único.

O NGA é acessível a todos os utilizadores registados. O DWS também gere um painel experimental chamado Sistema Nacional Integrado de Informação sobre a Água (NIWIS)⁸. NIWIS dá uma visão geral dos dados relacionados com as águas subterrâneas num mapa, onde o utilizador pode ampliar e interrogar pontos de dados individuais.

Além disso, o DWS possui uma biblioteca online chamada Groundwater Geohydrological Report System (Sistema de Relatório Geohidrológico de Águas Subterrâneas) ⁹, onde relatórios do DWS ou projectos relacionados são disponibilizados em formato pdf. Mapas como o mapa Hidrogeológico estão também disponíveis em formato shapefile. Os documentos podem ser pesquisados por Título, Autor e Palavras-chave.

A captação de águas subterrâneas não é monitorada.

O DWS desenvolveu o seu próprio network de pluviómetros, para evitar pagar para aceder aos dados meteorológicos do departamento de meteorologia. Aparentemente, é corrente as organizações governamentais cobrarem a outras organizações governamentais por dados.

3.2.13. Tanzânia (TZA)

➤ *Visão geral da utilização das águas subterrâneas e do contexto institucional*

O desenvolvimento e gestão dos recursos hídricos na Tanzânia é orientado pela Política Nacional da Água (NAWAPO, 2002), e pela Lei de Gestão dos Recursos Hídricos, No. 11 de 2009. A política é responsável pela gestão sustentável dos recursos de águas subterrâneas. As águas subterrâneas são um recurso importante, especialmente nas zonas rurais, embora algumas grandes cidades também dependam delas. As águas subterrâneas e de superfície são geridas através de nove Organizações de Bacias Hidrográficas e Lacustres (RLBO).

⁷ <http://www.dwa.gov.za/Groundwater/chart.aspx>

⁸ <http://niwis.dws.gov.za/niwis2>

⁹ <http://www.dwa.gov.za/ghreport>

➤ *Recolha e gestão de dados de localização, perfuração e testes de furos*

Cada novo furo deve ser aprovado pela RLBO pertinente antes da perfuração, com base num relatório de localização do furo. A exploração das águas subterrâneas deve ser efectuada utilizando pelo menos dois métodos geofísicos e hidrogeológicos, um dos quais deve ser o método de Sonda Eléctrica Vertical (VES). Após a conclusão, devem ser comunicados à RLBO dados adicionais, tais como a localização do furo (Região, Distrito, Ala e Rua e coordenadas), tipo de sonda, profundidade de perfuração, diâmetro de perfuração, litologia (realizada no campo), tipo de bomba, capacidade da bomba, tipo de aquífero e resultados dos testes de bombeamento. O teste de bombeamento é realizado para cada furo antes de instalar a bomba, para determinar o nível de água estática, o escoamento e o rendimento. Dura de 8 a 72h, dependendo da utilização do furo (os furos para abastecimento público requerem testes de bombeamento de 72h). Estas operações são supervisionadas por um hidrogeólogo.

Apesar da obrigação de submeter novas informações sobre furos às RLBOs, muitos furos não estão registados. A partir de hoje, é impossível saber quantos furos de sondagem existem na Tanzânia. Muitos relatórios de conclusão de furos estão também incompletos ou incorrectos.

➤ *Recolha e gestão de dados de monitoramento*

O monitoramento das águas subterrâneas é feito pelo Ministério da Água. A recolha de dados sobre águas subterrâneas inclui: níveis, qualidade, captação e demanda de águas subterrâneas (Wellfield Consulting Services 2011). O Ministério da Água é também responsável pelo armazenamento dos dados relativos às águas subterrâneas.

Os níveis das águas subterrâneas são monitorados por 23 poços de monitoramento localizados em cinco RLBOs. Os furos de monitoramento estão equipados com registadores automáticos de dados que enviam os dados para os servidores das respectivas RLBOs. Os dados são registados de 30 em 30 minutos. Um oficial é responsável pela manutenção diária dos servidores. Os dados são armazenados em planilhas e não estão disponíveis para download, mas quando necessário deve ser apresentada uma carta formal às RLBOs ou ao Ministério da Água e Irrigação. Tem sido relatado que alguns furos de monitoramento não podem ser visitados a tempo de substituir as baterias, o que leva a lacunas de monitoramento.

Os dados de qualidade das águas subterrâneas são testados em função da disponibilidade de fundos. Os parâmetros físicos, químicos e biológicos são então testados. Alguns são medidos no campo com um Kit de Qualidade de Água Portátil (pH, Temperatura, Alcalinidade Total, Oxigénio Dissolvido e Condutividade Eléctrica), enquanto outros parâmetros são analisados em laboratório (TDS, Dureza, Carbonato, Não-Carbonato, Sulfato, Cloreto, Fluoreto e Nitrato).

Diz-se que as captações de águas subterrâneas são controladas pelas autoridades públicas de abastecimento de água.

3.2.14. Zâmbia (ZMB)

➤ *Visão geral da utilização das águas subterrâneas e do contexto institucional*

As águas subterrâneas são uma fonte importante de água potável segura em muitas partes da Zâmbia, especialmente nas zonas rurais. Grande parte da população da Zâmbia depende das águas subterrâneas para o abastecimento de água doméstica, mas as águas subterrâneas são também utilizadas para irrigação e pecuária. Existem 3 tipos de aquíferos no país: as formações fracturadas/fissuradas de rendimento médio a alto (incluindo aquíferos cársticos na província de Lusaka), aquíferos de porosidade primária (ex., solos aluviais e depósitos de areia terciária), e aquífero subterrâneo meteorizado de baixo rendimento. A Lei de Gestão dos Recursos Hídricos (2011) rege a gestão das águas subterrâneas. Desde 2018, as águas subterrâneas são consideradas um recurso público.

➤ *Recolha e gestão de dados de localização, perfuração e testes de furos*

A Autoridade de Gestão dos Recursos Hídricos (WARMA) gere o desenvolvimento de furos públicos. Os dados sobre furos privados devem ser comunicados à WARMA. Os dados sobre furos são armazenados na base de dados da WARMA (GeoDin). Contém cerca de 16 000 furos, dos quais ~4000 não têm coordenadas. São comunicados os seguintes dados: coordenadas, profundidade, diâmetro tipo de furo, tipo de invólucro, tipo de bomba, litologia. Os dados de perfuração incluem geralmente informação sobre o método de localização (por exemplo, resistividade) e o teste de bombeamento. Os furos de abastecimento de água comerciais são bombeados durante 72h, os furos domésticos durante 4 horas (em geral).

➤ *Recolha e gestão e dados de monitoramento*

A Política Nacional da Água revista de 2010 inclui a avaliação, planeamento e desenvolvimento das águas superficiais e subterrâneas. No entanto, não existe um plano de monitoramento das águas subterrâneas estipulado à parte. Houve uma tentativa de desenvolver um programa nacional de desenvolvimento de águas subterrâneas gerido, incluindo um plano de monitoramento das águas subterrâneas, mas que não se concretizou. O monitoramento das águas subterrâneas é gerido pelo Departamento de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos (DWRD), no âmbito do Ministério do Desenvolvimento da Água, Saneamento e Protecção Ambiental, que gera cerca de 100 furos de monitoramento em todo o país. 44 estão em torno de Lusaka, 11 na bacia superior de Kafue. Alguns furos de monitoramento estão equipados com registadores de dados, os outros são monitorizados manualmente com um medidor de imersão. De acordo com o IGRAC (2013), a maioria do monitoramento e das avaliações, tanto em termos de quantidade como de qualidade, não são realizados por organizações governamentais devido à falta de recursos financeiros e à manutenção deficiente das estações de monitoramento. O monitoramento das águas subterrâneas é feito sobretudo por outras partes interessadas, principalmente com base em projectos.

Não há monitoramento da qualidade das águas subterrâneas, embora alguns dados tenham sido recolhidos de projectos específicos, locais (ex., à volta de Lusaka) ou empresas mineiras.

Não há monitoramento da captação.

Os entrevistados relataram uma falta de recursos para monitorar adequadamente os recursos de águas subterrâneas.

WARMA utiliza um Sistema de Informação de Gestão de Águas Subterrâneas (GRIMS), uma aplicação para análise e visualização de dados de águas subterrâneas, ex., mapas GIS. BGR apoia esta aplicação dentro da WARMA através da actualização das componentes técnicas, cursos de formação e formação intensiva no local de trabalho.

3.2.15. Zimbabué (ZWE)

➤ *Visão geral da utilização das águas subterrâneas e do contexto institucional*

As águas subterrâneas são consideradas como a fonte mais fiável e segura de água potável no Zimbabué, principalmente nas zonas rurais. Com 67% da população do Zimbabué a viver nas zonas rurais (Censo Nacional da População, 2012), a maioria da população depende das águas subterrâneas para beber e para outros fins. Recentemente, as águas subterrâneas têm sido cada vez mais utilizadas pelas populações urbanas devido ao abastecimento errático de água por parte das autoridades locais. A maioria das autoridades locais urbanas enfrenta desafios de contaminação de fontes de águas superficiais por efluentes industriais e esgotos. Existem mais de 50 000 furos de sondagem no Zimbabué. Em seis das 10 províncias do país, existem 26 074 furos (Base de Dados RWIMS) e só na Província Metropolitana de Harare existem mais de 20 000 furos (Base de Dados do Conselho de Bacias Hidrográficas do Alto Manyame).

➤ *Recolha e gestão de dados de localização, perfuração e testes de furos*

O desenvolvimento de furos públicos é gerido pela Autoridade Nacional da Água do Zimbabué (ZINWA) e pelo Fundo Distrital de Desenvolvimento (DDF). Os furos privados devem ser registados, e as informações relevantes devem ser comunicadas à ZINWA. Os dados de perfuração consistem em dados de localização de furos (usando resistividade eléctrica e métodos geofísicos magnéticos), localização, profundidade, diâmetro, registos litológicos, colisões de água e qualquer outra informação relevante. A cada furo é atribuído um número de identificação único. Os dados dos testes de bombeamento também são guardados. É realizado um teste de bombeamento para cada furo público e para furos privados cujos proprietários tenham possibilidade de pagar por esse teste. As águas subterrâneas são testadas após a conclusão do furo para análise da qualidade em conformidade com as especificações ISO/TC 147 de qualidade da água. Os dados sobre furos são armazenados em cópias impressas nos escritórios da ZINWA e DDF, por vezes como cópias digitais.

Além disso, existe um Sistema de Gestão da Informação (RWIMS) de WASH (Saneamento e Higiene da Água) Rural, onde os dados do furo são armazenados e partilhados digitalmente. Não existe ligação entre as bases de dados do RWIMS, DDF e ZINWA.

➤ *Recolha e gestão de dados de monitoramento*

ZINWA é responsável pelo monitoramento das águas subterrâneas. A ZINWA é uma para-estatal do Ministério do Ambiente, Água e Clima (antigo Ministério do Desenvolvimento e Gestão dos Recursos Hídricos) e é responsável pelo monitoramento das águas subterrâneas e, portanto, pela recolha e gestão dos dados. Não existe um plano nacional oficial de monitoramento das águas subterrâneas. As águas subterrâneas são monitoradas apenas nos 3 principais poços de aquíferos do país, nomeadamente Nyamandlovu (161 furos, iniciados em 1989), Middle Sabi (168 furos, iniciados em 1997) e Lomagundi (198

furos, iniciados em 2017). O monitoramento do abastecimento de água de Gokwe teve início em 2017. Actualmente, apenas os níveis das águas subterrâneas estão a ser monitorados.

Os níveis das águas subterrâneas são medidos manualmente, com medidores de imersão. Os Agentes de Gestão Ambiental & Ministério da Saúde e Assistência à Infância estão a realizar o monitoramento de rotina da qualidade da água, mas a informação não é amplamente partilhada.

Os controlos de rotina da qualidade dos dados do nível das águas subterrâneas devem ser efectuados para detectar irregularidades, mas não há protocolos padrão utilizados e há pouco tempo dedicado a isso. Além disso, a Agência de Gestão Ambiental e o Ministério da Saúde e de Assistência à Infância estão a efectuar o controle da qualidade da água, embora a informação não seja amplamente partilhada.

Devido à capacidade e recursos limitados, a ZINWA implementou o monitoramento comunitário das águas subterrâneas perto dos campos de poços para que os níveis mensais de água possam ser medidos pela comunidade.

Além disso, os utilizadores de águas subterrâneas licenciados têm a responsabilidade de medir os níveis, qualidade e captação da água, que são as únicas fontes de dados sobre a qualidade das águas subterrâneas. Não são definidos procedimentos claros de controle de qualidade dos dados para estes dados, excepto que as amostras de águas subterrâneas devem ser analisadas por laboratórios acreditados. Os utilizadores de águas subterrâneas licenciados devem também medir a captação de águas subterrâneas com fluxómetros e comunicar mensalmente os volumes captados. No entanto, devido aos recursos e capacidade limitados, esta é aplicada de forma pouco rigorosa. A captação de águas subterrâneas é também monitorada pela ZINWA no campo de poços aquíferos de Nyamandlovu.

Os dados são armazenados em cópia impressa ou em planilhas. Os dados relativos à quantidade e qualidade das águas subterrâneas são armazenados em diferentes departamentos e organizações. Há, portanto, necessidade de criar e desenvolver uma base de dados nacional para compilar dados de diferentes fontes.

3.3. Síntese a nível da SADC

3.3.1. Recolha de dados de localização, perfuração e teste de furos

O Quadro 3 apresenta uma visão geral do furo de sondagem, perfuração e recolha de dados sobre a localização nos Estados Membros da SADC. A maioria dos países utiliza uma investigação geo-hidrológica para determinar a posição de um novo furo de abastecimento público de água (furo de sondagem) se este for perfurado sob a responsabilidade de uma agência governamental. As investigações geo-hidrológicas tendem a incluir um estudo documental e um levantamento geofísico (principalmente resistividade e levantamentos electromagnéticos).

Os dados produzidos tendem a ser armazenados nos arquivos do projecto em cópias impressas. Os dados recolhidos durante a perfuração são arquivados em cópias impressas e, em alguns casos, também em planilhas ou mesmo numa base de dados relacional. A maioria dos países realizará testes de bombeamento para recomendar um rendimento sustentável. Um teste de bombeamento de 2 horas, como é o caso num país, é considerado demasiado curto, uma vez que é questionável se o furo está realmente em stress durante um período

de tempo tão curto. No outro extremo do espectro, alguns países relatam testes de bombeamento de 72 horas, mas não está claro com que frequência tais testes são realizados na realidade. A maioria dos países mantém registos do nível estático da água e do rendimento seguro estimado pelo teste de bombeamento. A maioria dos países também recolhe uma amostra das águas subterrâneas após a conclusão do furo de sondagem para analisar a qualidade das águas subterrâneas.

Em quase todos os países, os furos privados devem ser registados (e requerem licenciamento em muitos casos) e os dados de localização, perfuração e testes devem ser enviados para a agência/departamento governamental responsável. Contudo, muitos países informam que muitos furos privados não estão registados ou que são apresentados formulários incompletos.

Os furos tendem a ser registados numa base de dados centralizada ou, em alguns casos, em diferentes bases de dados regionais (planilhas na maioria dos casos, raramente numa base de dados relacional). Os dados de localização, perfuração e teste tendem a ser armazenados como cópias impressas ou como cópias digitais dos relatórios (não cópias digitais dos dados em bruto). Além disso, nem todos os países têm um sistema aplicado para identificar os furos com um único número de identificação. Como resultado, esses dados são dificilmente acessíveis na maioria dos países.

A gestão dos furos é quase sempre delegada ao utilizador final, a uma empresa de água, a uma comunidade ou a uma câmara municipal. Na maioria das vezes, são também responsáveis pelo monitoramento das captações (volumes e horas de bombeamento), do nível e da qualidade das águas subterrâneas, mas há poucas provas de que o façam (com excepção de algumas empresas de abastecimento de água). A maioria dos países referiu que o controle dos furos de abstracção é, na prática, muito limitado ou inexistente. Em alguns casos, isto também tem uma causa técnica sempre que os furos não estão equipados com tubos de acesso para medir com segurança o nível da água. Dados sobre volumes captados dificilmente estão disponíveis.

- Os furos são na maioria localizados com base em um estudo documental e/ou geofísico (métodos magnéticos ou eléctricos no solo) e/ou inspecção visual do local.
- São registados conjuntos de dados de perfuração e construção que normalmente incluem a localização do furo, a profundidade e a litologia.
- Os testes de bombeamento tendem a ser conduzidos para aconselhar sobre rendimentos seguros. O tipo de testes varia muito entre e dentro dos países, uma vez que depende provavelmente do cenário geológico e da utilização final do furo.
- Os dados de localização, perfuração e testes relacionados com furos públicos são na maioria das vezes armazenados em cópias impressas ou em planilhas, raramente numa base de dados pesquisável.
- Os furos privados devem normalmente ser registados, mas muitos não o são, ou são apresentados formulários de registo incompletos.
- A numeração única de identificação é promovida mas nem sempre aplicada, com questões óbvias de referências cruzadas.
- Os grandes utilizadores de águas subterrâneas (empresas públicas ou privadas) devem monitorar os níveis, qualidade e captação de águas subterrâneas. No entanto, muito poucos países relatam o controlo da captação de águas subterrâneas, sem qualquer prova da sua aplicação. A captação de águas subterrâneas é na maioria estimada com base no rendimento/capacidade de

bombeamento recomendada.

3.3.2. Recolha de dados de monitoramento de águas subterrâneas

As tabelas 3 - 7 apresentam uma visão geral do monitoramento do nível, qualidade e abstracção das águas subterrâneas. A maioria dos países tem um plano de monitoramento oficial ou não oficial, embora o IGRAC/IGS não tenha sido capaz de obter cópias de tais planos. A maioria dos países monitora os níveis das águas subterrâneas, alguns também monitoram a qualidade das águas subterrâneas, muito poucas monitoram as captações de águas subterrâneas. Os objectivos do monitoramento não são claros na maioria dos países.

O monitoramento das águas subterrâneas é o menos desenvolvido nos países húmidos/tropicais da região da SADC, onde as águas superficiais são abundantes (Angola e RDC).

Os departamentos responsáveis na maioria dos países são prejudicados por problemas organizacionais e financeiros que resultam em um número relativamente pequeno de furos a serem monitorados. Problemas logísticos (também devido a finanças e organização) levam a um monitoramento irregular que resulta em muitas lacunas de dados. Muitas organizações relataram problemas de transporte para aceder a furos remotos. O vandalismo de furos e equipamentos é outra questão generalizada.

Os níveis das águas subterrâneas são na maioria dos casos medidos manualmente com medidores de imersão e, em alguns casos, automaticamente com registadores de dados, por vezes também equipados com comunicação telemétrica para transferência de dados. Os registadores de dados são frequentemente vistos como uma solução rentável para monitorar as águas subterrâneas em áreas remotas, mas os problemas com as falhas dos registadores de dados são amplos, resultando frequentemente na perda de dados. Portanto, os registadores de dados podem ser utilizados para aumentar a frequência de monitoramento (ex., de 6/ano para 1/dia), mas os sítios ainda precisam de ser visitados regularmente para verificar o equipamento e para salvaguardar os dados descarregando-os dos registadores de dados.

As visitas aos países e os relatórios dos jovens profissionais forneceram poucos números concretos sobre os pontos de amostragem e a frequência em relação à qualidade das águas subterrâneas. Como resultado, a distribuição dos furos de monitoramento da qualidade das águas subterrâneas e a frequência da amostragem não é clara. Parece que a análise da qualidade das águas subterrâneas é efectuada de forma irregular, sempre que o orçamento o permite. Os parâmetros de qualidade das águas subterrâneas mais frequentes registados são os que podem ser medidos no campo (EC, pH, temperatura, TDS). As análises laboratoriais incluem os principais iões, flúor ou arsénico nas regiões afectadas por estes contaminantes. Alguns países também efectuam análises microbiológicas. Apenas um país reportou um network de furos dedicados ao monitoramento da intrusão da água do mar.

O monitoramento das captações de águas subterrâneas é quase inexistente. Dependendo da legislação nacional, o monitoramento dos volumes de captação é da responsabilidade do utilizador final (proprietário do furo) e tende a ser regulamentado através de licenças de utilização de água, mas a aplicação / conformidade é muito limitada a inexistente.

- A maioria dos países recolhe dados sobre os níveis das águas subterrâneas, embora a qualidade dos dados seja fraca (lacunas nos dados e frequentemente fraca cobertura geográfica)
- Muitos países recolhem dados sobre a qualidade das águas subterrâneas, mas isto parece ser em uma base muito irregular
- O monitoramento dos volumes de abstracção é quase inexistente. Os utilizadores das águas subterrâneas são responsáveis pelo monitoramento da utilização das águas subterrâneas através de disposições nas licenças de utilização da água, mas a conformidade e a aplicação são limitadas.
- Os conjuntos de dados em todos os países sofrem de lacunas de dados, embora em graus variáveis
- A maioria dos países não tem objectivos claros de monitoramento (os objectivos são definidos em termos muito gerais)
- Alguns furos são inacessíveis
- Vandalismo é comum

3.3.3. Garantia de qualidade e controle de qualidade dos dados (QA/QC)

A qualidade dos dados de monitoramento varia muito de um país para outro, dependendo da capacidade dos departamentos responsáveis. Alguns países carecem de formulários de campo, o que ajudaria na recolha de dados consistentes. De um modo mais geral, faltam procedimentos e orientações.

Em países onde os furos de monitoramento estão equipados com registadores de dados, as verificações cruzadas podem ser feitas com medições manuais sempre que os registadores são inspeccionados (ex., para substituir a bateria). Uma vez no computador, os dados são normalmente verificados para detectar qualquer possível valor atípico (outlier).

Alguns países comunicaram a ausência de laboratórios licenciados e a não fiabilidade das análises da qualidade das águas subterrâneas. Alguns fazem análises duplas (ex., com amostras duplas ou com uma amostra e o conjunto de parâmetros (EC, pH) medidos no campo).

No que diz respeito ao controlo de qualidade dos dados, muitos países comunicaram simplesmente que os dados são verificados por um hidrogeólogo, sem qualquer outra precisão.

Muitos países comunicaram a necessidade de formar ou formar de novo o pessoal encarregado da recolha de dados no terreno, o que seria benéfico para a qualidade dos dados comunicados.

As visitas aos países e os relatórios de jovens profissionais dão a impressão de que o foco não é muito na qualidade dos dados recolhidos, mas sim na própria recolha de dados.

- A qualidade dos dados recolhidos é desigual
- Os países carecem de pessoal, orçamento e ferramentas para verificar (e interpretar) os dados de monitoramento
- Os protocolos de controle de qualidade dos dados recolhidos não estão bem

desenvolvidos, e os procedimentos de controlo de qualidade não são implementados.

3.3.4. Armazenamento de dados

O método de armazenamento de dados difere muito entre os países. Apenas 3 países utilizam uma base de dados relacional. A Zâmbia usa GEODIN, Malawi Hydstra e WISH, a Namíbia usa GROWAS2, uma base de dados construída propositadamente ainda em desenvolvimento, e a África do Sul tem um Arquivo Nacional de Águas Subterrâneas, e usou Hydstra¹⁰ para armazenar dados de séries cronológicas. O administrador da base de dados do Botswana desenvolveu uma base de dados relacional em Oracle, mas na prática esta não é acessível para uso geral devido à falta de uma interface de fácil utilização.

Alguns outros países utilizam planilhas como base de dados e alguns têm uma mistura de ficheiros em papel e planilhas. Existe um acordo a nível da SADC com respeito ao software da Hydstra, que inclui o licenciamento para utilizar o software da Hydstra em todos os países da SADC. No entanto, apenas alguns países como a África do Sul e o Malawi parecem estar a utilizar Hydstra. Na África do Sul, as ligações entre a Hydstra e o Arquivo Nacional de Águas Subterrâneas nem sempre são claras e, na prática, pode ser difícil combinar os dados destas 2 bases de dados.

Angola utiliza Hydstra mas apenas para águas superficiais, uma vez que as águas subterrâneas não são monitoradas neste país. Nos outros países, são utilizadas planilhas e por vezes até cópias impressas para armazenamento de dados.

Em teoria, apenas as bases de dados do Botswana, Namíbia, África do Sul e Zâmbia parecem incluir dados de monitoramento e dados de furos públicos/privados. Em muitos outros países, o monitoramento dos níveis das águas subterrâneas, qualidade, abstracção e registo de furos públicos e privados é gerida por diferentes organizações, com diferentes bases de dados.

Um ponto de preocupação é a falta de capacidades de apoio em alguns países.

- Em todos os países, existem grandes problemas com a continuidade da recolha e armazenamento de dados em bancos de dados, o que resulta em muitas lacunas de dados.
- A maioria dos países armazena dados de monitoramento em planilhas.
- Apenas alguns países têm uma base de dados relacional para armazenar dados de monitoramento e dados de furos públicos/privados.
- A falta de instalações de apoio em alguns países é uma séria preocupação.

3.3.5. Partilha de dados

Em teoria, todos os países partilham dados com pessoas/organizações que os solicitem. Na prática, existem grandes diferenças entre os países no tratamento de tais pedidos. Apenas a África do Sul partilha dados de monitoramento online através de uma interface da web que permite consultar a base de dados completa. Para as séries cronológicas, os utilizadores precisam de enviar um pedido (online) para que uma pessoa recolha manualmente os dados e os ponha à disposição do requerente. Em todos os outros países, deve ser enviado um pedido manual. Alguns utilizadores relataram longos procedimentos burocráticos e má qualidade dos dados (ex., falta de meta dados relevantes) como limitações na utilização dos dados. Nalguns países, é relatado que é praticamente impossível obter dados. Em alguns casos, isto pode ser devido à ausência de dados (acessíveis), que são obscurecidos por

procedimentos burocráticos. Na maioria dos casos parece não haver custos ou apenas custos nominais associados à obtenção de dados sobre águas subterrâneas. Os dados disponíveis digitalmente parecem ser fornecidos gratuitamente, enquanto as cópias impressas dos mapas tendem a ser fornecidas a uma taxa nominal (destinadas à recuperação de custos).

As bases de dados incompletas ou inconsistentes são vistas como o principal obstáculo à partilha de dados. A ausência de bases de dados relacionais na maioria dos países também impede a partilha de dados, ex., as séries temporais dos níveis das águas subterrâneas não podem ser facilmente ligadas a informações básicas como localização de furos, elevação da superfície e profundidade do filtro. Em alguns países, foi observada uma falta de "cultura de dados abertos", embora seja difícil determinar se os dados não são partilhados porque não podem ser tecnicamente partilhados ou porque alguém não os quer partilhar. O facto é que todos os países, excepto um, não oferecem a possibilidade de pesquisar dados online e de os descarregar independentemente.

¹⁰Hydstra software ver: <http://kisters.com.au/hydstra.html>

- Em teoria, os dados sobre águas subterrâneas estão disponíveis para os utilizadores a pedido em todos os países.
- Na prática, os dados relativos às águas subterrâneas em vários países não estão facilmente disponíveis para potenciais utilizadores fora do departamento governamental responsável por esses dados. Existem razões técnicas óbvias para isso (ausência de dados, falta de bases de dados / interfaces de fácil utilização), mas em alguns países a partilha de dados é dificultada por procedimentos burocráticos.

3.3.6. Integração trans-sectorial

Os dados meteorológicos são recolhidos em todos os países, assim como os dados sobre o uso da terra e dados estatísticos relevantes sobre a população, etc. Em alguns países os dados estão facilmente disponíveis para hidrogeólogos a pedido. Mas noutros países foram relatadas questões relacionadas com custos elevados e/ou procedimentos tediosos de obtenção de tais dados, mesmo na medida em que os departamentos de água e a universidade voltam a criar as suas próprias estações meteorológicas. A partilha de dados meteorológicos não parece mais desenvolvida do que a partilha de dados de águas subterrâneas.

Durante as visitas aos países foram dados poucos exemplos de cooperação trans-sectorial. Um exemplo interessante foi a cooperação com um Ministério da Saúde em relação à qualidade da água potável (relatórios mensais de ocorrências de doenças transmitidas pela água são utilizados como medida para dar prioridade ao controle da qualidade das águas subterrâneas). Nenhuma das pessoas entrevistadas deu exemplos concretos de cooperação no desenvolvimento ou implementação de políticas com sectores como a agricultura, a indústria ou a exploração mineira (para além do controlo da conformidade

das licenças de utilização das águas subterrâneas) ou mesmo a gestão ambiental.

- A colaboração com outros sectores para desenvolver uma visão integrada dos recursos de águas subterrâneas é praticamente inexistente.

3.3.7. Análises, interpretação e divulgação

A pouca utilização de dados de outros sectores (ex., indústria e minas, agricultura, silvicultura, dados socio-económicos) pode estar relacionada com a falta geral de interpretação dos dados sobre águas subterrâneas por parte dos profissionais dos departamentos de águas subterrâneas. Na maioria dos países, foi relatada a falta de análises dos dados de monitoramento das águas subterrâneas, para efeitos de gestão dos recursos ou para a gestão de poços ou mesmo de furos de sondagem. Foi geralmente afirmado que a gestão das águas subterrâneas é muito mais uma base ad hoc e baseada em incidentes, em vez de ser estrategicamente planeada com base em análises e numa compreensão clara do comportamento a longo prazo do(s) sistema(s) de águas subterrâneas. As razões que foram mencionadas foram a falta de tempo, falta de capacidade, falta de dados suficientes, falta de ferramentas (software) e falta de experiência na realização de tais análises. Uma prova é a ausência de relatórios sobre os recursos hídricos subterrâneos em muitos países; ao redigir os seus relatórios, muitos jovens profissionais utilizaram dados do Atlas das Águas Subterrâneas de África¹¹, e não dados do seu próprio departamento.

- Há muito pouca utilização (interpretação) dos dados relativos às águas subterrâneas recolhidos nos Estados Membros da SADC.

¹¹ http://earthwise.bgs.ac.uk/index.php/Africa_Groundwater_Atlas_Home

3.4. Tabelas de resumo

3.4.1. Tabelas de resumo da recolha e gestão de dados sobre águas subterrâneas nos Estados Membros da SADC

A informação descrita nas secções anteriores foi resumida em algumas tabelas, que são apresentados a seguir.

Nota de aviso:

Resumir toda a informação em tabelas é um desafio e muita nuance tem de ser deixada de fora no processo. Como resultado, estas tabelas não reflectem todas as incertezas relativas à informação que foi recolhida. As tabelas podem dar uma falsa impressão de confiança.

Não obstante, oferecem aos leitores uma rápida visão geral da situação na SADC.

Tabela 3: Visão geral dos dados de localização , perfuração e teste de furos. BH = Furo (borehole).

País	Localização, perfuração e testes do furo		
	Recolha de dados	Armazenamento de dados	Partilhado online?
AGO	não*	não (plano para o desenvolvimento de uma base de dados em 2019)	Não aplicável
BWA	em princípio para todos os furos (públicos e privados)	cópias impressas + planilhas	não
COD	em princípio para todos os furos (públicos e privados)	cópias impressas + planilhas	não
SWZ	em princípio para todos os furos (públicos e privados)	cópias impressas + planilhas	não
LSO	só para furos públicos	cópias impressas + planilhas	não
MWI	em princípio para todos os furos (públicos e privados)	cópias impressas + planilhas	não
MUS	em princípio para todos os furos (públicos e privados)	cópias impressas + planilhas	não
MOZ	em princípio para todos os furos (públicos e privados)	planilhas	não
NAM	em princípio para todos os furos (públicos e privados)	GROWAS2	não
ZAF	em princípio para todos os furos (públicos e privados)	NGA	sim
TZA	em princípio para todos os furos (públicos e privados)	?	não
ZMB	em princípio para todos os furos (públicos e privados)	GEODIN	não
ZWE	em princípio para todos os furos (públicos e privados)	cópias impressas + planilhas	não

*: DNA fez inventários de pontos de água para abastecimento público. Os dados não são recolhidos de uma forma estrutural.

Tabela 4: Visão geral do monitoramento da água subterrânea.

Código ISO	Monitoramento de água subterrânea			Objectivos do monitoramento	Instituição abrangente
	níveis	qualidade	captação		
AGO	não	não	não	Não formulado / disponível	Instituto Nacional de Recursos Hídricos (INRH) sob o Ministério de Energia e Água
BWA	sim	sim	sim	- Avaliação de campos de poços e grandes utilizadores das águas subterrâneas	Ministério dos Minerais, Energia e Recursos Hídricos
COD	não	não	não	Não formulado / disponível	Ministério do Ambiente, Conservação da Natureza e Turismo
SWZ	não	não	não	Não formulado / disponível	Ministério dos Recursos Naturais e Energia
LSO	sim	não	não	Avaliação geral dos recursos de águas subterrâneas	Departamento dos Assuntos Hídricos
MWI	sim	sim	não	Avaliação geral dos recursos de águas subterrâneas	Ministério da Agricultura, Irrigação e Desenvolvimento de Água
MUS	sim	sim	não	- Avaliação geral dos recursos de águas subterrâneas - Avaliação da intrusão da água do mar	Ministério da Energia e dos Serviços Públicos
MOZ	sim	sim	não	Avaliação geral dos recursos de águas subterrâneas	Ministério das Obras Públicas, Habitação e Recursos Hídricos
NAM	sim	sim	sim	Avaliação geral dos recursos de águas subterrâneas	Ministério da Agricultura, Água e Silvicultura
ZAF	sim	sim	não	Avaliação geral dos recursos de águas subterrâneas	Departamento de Água e Saneamento
TZA	sim	sim	sim	Avaliação geral dos recursos de águas subterrâneas	Ministério da Água e Irrigação
ZMB	sim	não	não	Avaliação geral dos recursos de águas subterrâneas	Ministério do Desenvolvimento da Água, Saneamento e Protecção Ambiental
ZWE	sim	não	não	Avaliação dos campos de poços	Ministério do Ambiente, Água e Clima

Tabela 5: Visão geral do monitoramento do nível das águas subterrâneas nos Estados Membros da SADC.

Código ISO	Monitoramento dos níveis das águas subterrâneas	Número de furos de monitoramento	Escala	Método	Frequência	Organização responsável	Armazenamento	Partilhado online?
AGO	não	Não aplicável						
BWA	sim	~ 1000	local	medidor de imersão + registador de dados	1 mês	Departamento de Assuntos Hídricos	planilhas	não
COD	não	Não aplicável						
SWZ	não	Não aplicável						
LSO	sim	48	nacional	medidor de imersão	3 meses	Departamento de Assuntos Hídricos	planilha	não
MWI	sim	75	regional	registador de dados	15 minutos	Departamento de Recursos Hídricos	HYDSTRA + WISH	não
MUS	sim	300	nacional	medidor de imersão + registador de dados	4 meses	Unidade de Recursos Hídricos	planilhas	não
MOZ	sim	?	regional	medidor de imersão + registador de dados	1 mês	ARAs	planilhas	não
NAM	sim	630	nacional	medidor de imersão + registador de dados	1 dia - 3 meses	Direcção de Gestão de Recursos Hídricos	GROWAS2	não
ZAF	sim	1800	nacional	medidor de imersão	1 - 6 meses	Departamento de Água e Saneamento	NGA	sim

TZA	sim	23	regional	registador de dados	0,5 h	Organizações de Bacias Hidrográficas	planilhas	não
ZMB	sim	~ 100	regional	medidor de imersão	3 meses	Departamento de Desenvolvimento de Recursos Hídricos	GEODIN	não
ZWE	sim	527	local	medidor de imersão	1 mês	Autoridade da Água do Zimbabué, Divisão de Águas Subterrâneas	cópias impressas + planilhas	não

Tabela 6: Visão geral do monitoramento da qualidade das águas subterrâneas nos Estados Membros da SADC.

Código ISO	Monitoramento da qualidade	N.º de furos de monitoramento	Escala	Frequência	pH, T, EC	Iões principais	Microbiologia	Organização(ões) Responsável(eis)	Armazenamento	Partilhado online?
AGO	não	Não aplicável								
BWA	sim	?	local	?	?	?	?	Departamento dos Assuntos da Água / Companhia de Serviços de Água	?	não
COD	não	Não aplicável								
SWZ	não	Não aplicável								
LSO	não	Não aplicável								
MWI	sim	?	?	variável	sim	sim	sim	Departamento de Recursos Hídricos	HYDSTRA	não
MUS	sim	?	?	?	?	?	?	Autoridade Hídrica Central	planilhas	não
		29	regional	1 mês	sim	não	não	Unidade de Recursos Hídricos	planilhas	não
MOZ	sim	?	regional	variável	sim	sim	sim	ARAs	planilhas	não
NAM	sim	?	nacional	?	sim	sim	sim	Direcção de Gestão de Recursos Hídricos	GROWAS2	não
ZAF	sim	378	nacional	6 meses	sim	sim	?	Departamento de Água e Saneamento	NGA + WMS	sim
TZA	sim	variável	local	variável	sim	sim	não	Organizações de Bacias Hidrográficas	planilhas	não
ZMB	não	Não aplicável								
ZWE	sim	?	?	?	?	?	?	Agência de Gestão Ambiental / Ministério da Saúde e de Assistência à	?	não

								Infância		
--	--	--	--	--	--	--	--	----------	--	--

Tabela 7: Visão geral do monitoramento das captações de águas subterrâneas nos Estados Membros da SADC.

Código ISO	Monitoramento das captações de águas subterrâneas	Organização(ões) responsável(eis)
AGO	não	INRH através de licenças
BWA	campos de poços grandes	- Companhia de Serviços de Água - Grandes utilizadores de águas subterrâneas
COD	não	
SWZ	não	
LSO	não	
MWI	não	
MUS	400 furos	Autoridade Hídrica Central
MOZ	não	
NAM	utilizadores licenciados de águas subterrâneas	Direcção de Gestão de Recursos Hídricos (DWRM)
ZAF	não	
TZA	sim	Autoridades públicas de abastecimento de água
ZMB	não	
ZWE	não	

3.4.2. Questões relatadas

As questões relatadas pelos entrevistados durante as visitas aos países são enumeradas abaixo. Estão também resumidas na Tabela 8, com os países onde foram relatadas. Mais uma vez, esta tabela pode não ser exaustivo ou exacto, mas dá uma ideia geral dos principais desafios que devem ser enfrentados nos Estados Membros.

➤ *Questões relacionadas com a recolha de dados*

- Número insuficiente de BH (furo) a ser monitorado: Existem furos de monitoramento insuficientes para cumprir os objectivos de monitoramento; ex., não cobrem todo o território dos Estados Membros ou o network de monitoramento não é suficientemente denso para fornecer uma visão significativa dos recursos de águas subterrâneas.
- Questões no design do network de monitoramento ou dos furos de monitoramento: O network de monitoramento não é eficiente porque os furos de monitoramento não foram localizados nos locais certos, nem sempre se encontram nos aquíferos certos, ou faltam informações sobre a construção dos furos, etc.
- Furos de observação danificados ou furos de observação transformados em poços de produção: Os furos de monitoramento não são reparados quando danificados ou foram equipados com bombas. Isto reduz a dimensão do network de monitoramento.
- Vandalismo: Os furos e infra-estruturas de monitoramento são danificados pelos habitantes locais.
- Sem dados ou dados incompletos de utilizadores privados de águas subterrâneas: Em muitos Estados Membros, os utilizadores privados de águas subterrâneas devem apresentar-se à autoridade para obterem uma licença, mas não o fazem.
- Lacunas nas séries de dados de monitoramento: Os furos de monitoramento não são monitorados com a frequência desejada; a frequência do monitoramento é variável.
- Questões com qualidade de dados e verificação da qualidade dos dados: A qualidade dos dados recolhidos é fraca ou não é verificada.
- Problemas de manutenção dos registadores de dados: Os registadores de dados recolhem dados automaticamente, mas precisam de ser visitados regularmente para serem recarregados e para guardar os dados. Se isto não for realizado em base regular, pode resultar em perda de dados (lacunas de dados).
- Necessidade de registadores automáticos de dados: A recolha de dados com registadores de dados requer menos esforços do que a recolha manual de dados. Ou, para o mesmo esforço, permitem recolher mais dados do que manualmente.

➤ *Questões relacionadas com o armazenamento de dados*

- Sem base de dados centralizada / utilização de planilhas
- Utilização de cópias impressas
- Sem sistema de codificação nacional de BH ou questões com a numeração de BH
- Utilização de diferentes sistemas de coordenadas
- Sem sistema de salvaguarda

- *Questões relacionadas com a partilha de dados*
 - A partilha de dados pode ser difícil
- *Questões relacionadas com a interpretação de dados*
 - Falta de interpretação, resultando em intervenções ad-hoc e falta de interesse (= falta de orçamento) por parte dos tomadores de decisão.
- *Questões relacionadas com todos os componentes da recolha de dados e da gestão de dados*
 - Recursos limitados (ex. orçamento, pessoal, equipamento)
 - Questões logísticas/organizacionais
 - Sem planos oficiais de monitoramento
 - Sem objectivos claros de monitoramento das águas subterrâneas
 - Falta de formação

Tabela 8: Lista de questões relatadas durante as visitas aos países.

	AGO	BWA	COD	SWZ	LSO	MDG	MWI	MUS	MOZ	NAM	SYC	ZAF	TZA	ZMB	ZWE	Conta- gem
Questões relacionadas com a recolha de dados																
número insuficiente de BH a ser monitorado					X					X		X		X	X	5
questões no design do network de monitoramento ou monitoramento de BH							X			X						2
BH danificado ou BH transformados em poços de produção					X					X						2
vandalismo	X	X			X		X									4
sem dados ou dados incompletos de utilizadores privados de águas subterrâneas		X	X		X		X		X			X			X	7
lacunas no monitoramento de séries de dados		X			X		X		X			X				5
questões com qualidade de dados e verificação da qualidade de dados		X			X										X	3
problemas da manutenção dos registadores de dados		X														1

necessidade de registadores automáticos de dados								X								1
Questões relacionadas com a armazenagem de dados																
sem base de dados centralizada / utilização de planilha	X	X	X	X	X		X	X	X				X		X	9
utilização de cópias impressas		X	X	X	X		X	X	X				X		X	8

	AGO	BWA	COD	SWZ	LSO	MDG	MWI	MUS	MOZ	NAM	SYC	ZAF	TZA	ZMB	ZWE	Conta- gem
sem sistema de codificação nacional de BH ou problemas com numeração de BH	X	X			X		X									4
utilização de diferentes sistemas de coordenadas					X											1
sem sistema de salvaguarda					X											1
Questões relacionadas com partilhas de dados																
partilha de dados pode ser difícil		X	X		X		X						X		X	6
Questões relacionadas com a interpretação de dados																
falta de interpretação		X					X			X						3
Questões relacionadas com todos os componentes da recolha de dados e gestão de dados																
recursos limitados (ex. orçamento, pessoal, equipamento)		X	X	X			X		X	X		X	X	X	X	9
questões logísticas/organizacionais		X		X	X							X	X			4
sem plano official de monitoramento	X	X			X			X		X					X	6
sem objectivos claros de monitoramento das águas subterrâneas					X											1
falta de formação		X		X	X							X	X			4

4. Recomendações

4.1. Introdução

A avaliação do estado actual da recolha e gestão dos dados relativos às águas subterrâneas nos Estados Membros da SADC evidenciou várias lacunas que precisam de ser abordadas. Esta secção lista estas lacunas e fornece recomendações.

A análise da lacuna foi realizada em toda a região da SADC, não com base em um país. Uma razão é que muitos/a maioria dos Estados Membros enfrentam as mesmas lacunas. É verdade que a SADC engloba situações socio-económicas e ambientais muito diferentes: existem obviamente diferenças em termos de gestão das águas subterrâneas entre países economicamente mais desenvolvidos e países mais áridos como a África do Sul e países menos desenvolvidos e mais húmidos como a República Democrática do Congo; entre estados insulares como as Maurícias e países do interior como o Botsuana; entre países grandes como a Tanzânia e países pequenos como eSwatini; etc.

Contudo, quase todos os países relataram orçamento e capacidade insuficientes, o que resultou em lacunas no controle; necessidade de formação de pessoal e procedimentos de monitoramento; falta de interpretação; questões relacionadas com o armazenamento e partilha de dados; etc.

4.2. Recomendações por país

4.2.1. Angola (AGO)

É vital, de uma perspectiva geohidrológica, começar a recolher dados sobre as águas subterrâneas com regularidade. O desenvolvimento e implementação de um programa (nacional) de monitoramento das águas subterrâneas deve ter prioridade, devendo incluir o monitoramento dos níveis das águas subterrâneas, qualidade das águas subterrâneas e dados sobre as captações de águas subterrâneas (volumes e categorias de utilizadores). Angola já tem uma base de dados para águas superficiais e está no processo de desenvolvimento de uma base de dados para águas subterrâneas. Esta base de dados deve ser desenvolvida de modo a poder acomodar todos os dados relevantes sobre águas subterrâneas, tais como: dados sobre a localização dos furos, dados de perfuração, testes de bombeamento, séries cronológicas de níveis de águas subterrâneas, dados sobre a qualidade das águas subterrâneas, dados de abstracção e outros dados relacionados com o licenciamento da utilização de águas subterrâneas. Dependendo do orçamento e da capacidade humana disponível, pode ser desenvolvida de imediato uma base de dados abrangente, ou se o orçamento ou, em particular, a capacidade humana for limitada, então poderá ser melhor desenvolver a base de dados nacional sobre águas subterrâneas de uma forma modular: começando de forma simples e expandindo gradualmente a base de dados ao longo do tempo.

O pessoal deve ser (re)formado para permitir a Angola recolher dados fiáveis sobre as águas subterrâneas e interpretar os dados juntamente com outros dados hidrogeológicos relevantes.

4.2.2. *Botsuana (BWA)*

- O Botsuana tem várias bases de dados diferentes relacionadas com águas subterrâneas e a maioria dos seus dados só pode ser acedido por uma pessoa. Para garantir que as bases de dados atinjam todo o seu potencial, deve ser iniciado um programa de integração das bases de dados para que possam ser acedidas a partir de uma plataforma central/interface do utilizador e dar acesso a todos os potenciais utilizadores, também nos escritórios regionais.
- Desenvolver e implementar um programa de monitoramento a nível nacional: A maioria dos inquiridos relatou problemas com o monitoramento das águas subterrâneas em termos de lacunas, tratamento, armazenamento e acesso aos dados. Os objectivos de monitoramento não parecem estar claramente definidos. O DWA é aconselhado a desenvolver um programa nacional de monitoramento das águas subterrâneas, em consulta com a WUC. O programa de monitoramento deverá descrever os esforços de monitoramento relacionados com a protecção e gestão dos poços de abastecimento público de água (localização dos pontos de observação e frequência das observações/amostragem) e poderá também incluir um network de monitoramento de referência geral a nível nacional para avaliar as tendências gerais. O programa de monitoramento tem de corresponder (realisticamente) aos orçamentos disponíveis para monitoramento e deve também incluir análises e relatórios regulares sobre os dados de monitoramento, bem como avaliação do programa de monitoramento (optimização regular dos programas de monitoramento) de modo a poder informar melhor, por exemplo, sobre o licenciamento das captações de águas subterrâneas (função de aconselhamento ao Conselho de Distribuição de Água).
- Devem ser feitos esforços para monitorar as captações de águas subterrâneas uma vez que esta informação é fundamental para analisar e compreender as tendências no desenvolvimento dos recursos.
- Melhorar a cooperação entre a DWA e a WUC: Não obstante as diferentes responsabilidades e mandatos do DWA e da WUC, a gestão das águas subterrâneas no país pode beneficiar de uma melhor cooperação e partilha de dados entre estes dois principais intervenientes. Os esforços de monitoramento de ambas as organizações podem e devem ser harmonizados, e todos os dados devem ser colocados à disposição da base de dados nacional de águas subterrâneas com acesso directo total à base de dados para ambas as organizações. Deve ser considerado "forçar" os grandes utilizadores de água que têm de monitorar a conformidade das águas subterrâneas não só a comunicar a sua utilização da água, mas também a partilhar os dados subjacentes para inclusão na base de dados nacional de águas subterrâneas.
- Para resolver o grave atraso no processamento de formulários em papel (tais como certificados de conclusão de furos, dados de monitoramento das águas subterrâneas, análises da qualidade da água e direitos de utilização da água) o DWA é aconselhado a aumentar temporariamente os esforços para resolver este atraso e, entretanto, melhorar e simplificar os procedimentos (ex., utilizando formulários ou aplicações digitais em vez de formulários em papel) para evitar a acumulação de

novos atrasos.

- Capacidade humana: parece haver falta de pessoal formado e qualificado, especialmente na WUC em todos os níveis. Aumentar o número de pessoal qualificado, com formação dedicada sobre águas subterrâneas, desde o nível operacional e técnico até ao nível de hidrogeólogos superiores. Isto requer mais formação no trabalho a todos os níveis, programas (certificados) de formação profissional para operadores de furos / poços e para técnicos de águas subterrâneas, e mais atenção a cursos dedicados de hidrogeologia a níveis académicos.
- A partilha/acesso aos dados pode ser facilitada através do desenvolvimento de portais de dados nacionais abrangentes, integrando visões gerais dos dados independentemente do departamento que os guarda, de modo a orientar os investigadores sobre onde os dados específicos estão disponíveis.

4.2.3. República Democrática do Congo (COD)

O desenvolvimento das águas subterrâneas encontra-se em uma fase inicial na República Democrática do Congo. Recomenda-se o/a:

- desenvolvimento de uma estratégia de águas subterrâneas para organizar o desenvolvimento sustentável do recurso.
- desenvolvimento e implementação de um programa nacional de monitoramento das águas subterrâneas.
- desenvolvimento de um sistema nacional de águas subterrâneas, o que implicaria a consolidação dos dados existentes em uma forma de armazenamento.
- desenvolvimento de capacidade em aplicações teóricas e práticas de métodos de recolha de dados sobre águas subterrâneas.
- melhoria do conhecimento sobre o valor das águas subterrâneas no país.

4.2.4. eSwatini (SWZ)

Para monitorar as águas subterrâneas no eSwatini é necessária um network de monitoramento. Os furos que foram desviados do monitoramento para o abastecimento de água devem ser revertidos ou, se tal não for possível, devem ser perfurados furos de monitoramento adicionais. Os dados recolhidos devem ser armazenados numa base de dados central (ou para começar numa planilha) e certificar-se de que estão disponíveis cópias de salvaguarda adequadas. Entretanto, devem ser feitos progressos com o desenvolvimento de uma base de dados relacional central. O pessoal deve ser (re)formado ou aumentado para permitir ao eSwatini recolher e interpretar os dados geohidrológicos.

4.2.5. Lesoto (LSO)

Para o futuro imediato melhorar a sua planilha em Excel e garantir a existência de um cópia de salvaguarda em cloud (OneDrive/Dropbox etc). Além disso, para o futuro imediato, certificar-se de que o orçamento das TI é controlado pelo departamento. Uma vez que isto esteja em vigor, o departamento pode começar a criar a sua própria base de dados (relacional). O pessoal deve ser (re-)formado ou aumentado para permitir ao Lesoto recolher e interpretar os dados geohidrológicos.

- Há necessidade de desenvolver um programa claro e realista de monitoramento das

águas subterrâneas a nível nacional (para a situação específica do Lesoto isto inclui o monitoramento de furos e nascentes de montanha) cobrindo o monitoramento do nível das águas subterrâneas, uma estratégia / plano de monitoramento para o monitoramento da qualidade das águas subterrâneas e para o monitoramento das taxas de captação e descargas de nascentes. Como os fundos e a capacidade humana são limitados, é aconselhável desenvolver tal programa de uma forma modular e começar com ambições modestas e expandir-se se surgirem oportunidades futuras, em vez de desenvolver um programa ambicioso que não pode ser implementado ou mantido. O programa de monitoramento deve considerar tanto os custos incidentais como estruturais relacionados com o monitoramento, bem como as análises regulares e a interpretação dos dados.

- Em termos de gestão de dados, o Lesoto precisa de melhorar o seu armazenamento de dados. O ideal é a criação de uma base de dados relacional centralizada que permita o acesso de múltiplos utilizadores. Contudo, se / enquanto o orçamento e a infra-estrutura de TI forem limitados, o Lesoto deve desenvolver e utilizar um modelo padrão para armazenar e visualizar todos os dados de monitoramento das águas subterrâneas em planilhas. Além disso, deve ser desenvolvido e implementado um procedimento que assegure a gestão das versões para evitar que se desenvolvam versões paralelas das bases de dados do Excel, e para assegurar alguma forma de sistema de cópia de salvaguarda das bases de dados do Excel. Mesmo as soluções mais simples de armazenamento em cloud livremente disponíveis, tais como dropbox, google-cloud ou onedrive, podem por enquanto ser consideradas.
- O controlo de qualidade dos dados pode simplesmente ser melhorado utilizando gráficos em Excel para visualizar todos os dados de monitoramento das águas subterrâneas, imediatamente após a recolha dos dados, para que haja uma oportunidade de filtrar e/ou reamostrar os valores atípicos extremos e suspeitos.
- Uma vez que o vandalismo dos sítios de monitoramento foi relatado como um problema grave, devem ser tomadas medidas para o evitar. Por um lado, isto pode ser feito pelo desenvolvimento ou compra de hardware à prova de vandalismo, mas a longo prazo pode ser mais eficiente e eficaz desenvolver e implementar campanhas de informação e sensibilização da população local (muitas vezes rural) sobre a importância da gestão e monitoramento dos recursos de águas subterrâneas. O ideal é que a população local se envolva na gestão das suas infra-estruturas de águas subterrâneas e no monitoramento do recurso (abordagens baseadas na comunidade).

4.2.6. Malawi (MWI)

- Implementar o novo plano de gestão das águas subterrâneas e operar a migração da divisão de águas subterrâneas.
- Assegurar um orçamento suficiente para o monitoramento das águas subterrâneas.
- Incluir os dados de localização, perfuração e testes na base de dados.
- Estimar a abstracção de águas subterrâneas utilizando dados de proxy.
- Melhorar a partilha de dados.

4.2.7. Madagáscar

Não há informação disponível sobre este projecto.

4.2.8. Maurícias (MUS)

- Desenvolver um plano de monitoramento das águas subterrâneas, que deve incluir a clarificação das responsabilidades das diferentes partes interessadas na recolha de dados sobre águas subterrâneas, para evitar que diferentes departamentos recolham os seus próprios dados.
- Desenvolver uma base de dados centralizada.
- Considerar a expansão da utilização de registadores de dados para os níveis das águas subterrâneas e o perfil de Condutividade Eléctrica (EC), para além das medições manuais dos níveis de água e do perfil de Condutividade Eléctrica (EC) para os sistemas de alerta precoce de intrusão de água do mar, actualmente bastante bem sucedidos.
- Considerar o monitoramento da qualidade das águas subterrâneas noutros pontos de águas subterrâneas, não se limite apenas furos de abstracção.
- Avaliação e revisão programada dos networks de monitoramento para melhorar a eficácia e eficiência. Isto ajudará a estabelecer uma distribuição adequada dos recursos de monitoramento e sua frequência para se adequar às respostas dos aquíferos.
- Capacitar os jovens profissionais nos departamentos de águas subterrâneas. Isto pode envolver o recrutamento de jovens profissionais nos departamentos de águas subterrâneas relevantes que podem ser formados e orientados por hidrogeólogos experientes. Isto é importante para garantir que possa haver especialistas com conhecimentos e experiência que sustentem os sistemas quando a geração mais velha se tiver reformado.

4.2.9. Moçambique (MOZ)

Embora possa ser benéfico delegar tarefas do departamento aos ARA, deve ser mantido algum controle para garantir que os dados necessários são efectivamente recolhidos no terreno e armazenados numa base de dados. O pessoal deve ser (re-)formado ou aumentado para permitir a Moçambique recolher e interpretar os dados geohidrológicos.

4.2.10. Namíbia (NAM)

- Recuperar a elevação dos furos na base de dados, com um GPS ou um Modelo Digital de Elevação (DEM).
- Melhorar a partilha de dados, ex., facilitar o acesso aos dados das águas subterrâneas online.

4.2.11. Seicheles (SYC)

Não há informação disponível sobre este projecto.

4.2.12. África do Sul (ZAF)

Assegurar um orçamento suficiente para o monitoramento das águas subterrâneas ou adaptar o monitoramento das águas subterrâneas ao orçamento disponível, dando prioridade aos furos que devem ser monitorados primeiro, resultando num orçamento operacional reduzido para o trabalho de campo e análise química. A rectificação deste problema deve ter a mais alta prioridade. O DWA permite aos utilizadores externos aceder aos seus dados geohidrológicos armazenados no Arquivo Nacional de Águas Subterrâneas. Mas nem todos os dados são armazenados na NGA (pense na qualidade da água e nos dados detalhados das séries cronológicas). A criação de um portal abrangente a partir do qual todos os dados geohidrológicos possam ser acedidos deve ser considerada.

4.2.13. Tanzânia (TZA)

- Deve ser desenvolvida uma base de dados central.
- Devem ser feitos esforços para transformar os dados recolhidos em informação valiosa para os tomadores de decisão.

4.2.14. Zâmbia (ZMB)

- Desenvolver um plano de monitoramento das águas subterrâneas.
- Assegurar um orçamento suficiente para o monitoramento das águas subterrâneas.
- Recolher as coordenadas GPS dos furos sem coordenadas. Isto pode ser feito a longo prazo ou de uma só vez, com uma campanha dedicada.
- Recolher os dados de monitoramento das diferentes partes interessadas.
- Estimar a abstracção de águas subterrâneas utilizando dados de proxy.

4.2.15. Zimbabué (ZWE)

- Desenvolver um plano de monitoramento das águas subterrâneas e clarificar as responsabilidades das diferentes partes interessadas/departamento para evitar que diferentes departamentos recolham os seus próprios dados. Isto deve também ser ligado ao desenvolvimento de uma base de dados centralizada,
- Desenvolver uma base de dados centralizada de águas subterrâneas. Tal actividade terá de consolidar todos os conjuntos de dados actualmente existentes de diferentes departamentos,
- Melhorar a capacidade dos profissionais para analisar e interpretar os dados relativos às águas subterrâneas,
- Utilização de medidores de imersão caseiros a preços acessíveis. Os medidores de mergulho caseiros são mais baratos e, portanto, preenchem a lacuna de fundos limitados que têm sido relatados.
- Expandir a utilização da ciência do cidadão para outros locais de monitoramento das águas subterrâneas. Podem ser extraídas lições de monitoramento dos campos de poços e do Sistema de Gestão de Informação do WASH (Higiene e Saneamento da Água) Rural (RWIMS) da recolha de dados com base na comunidade.

4.3. Recomendações a nível da SADC

4.3.1. Observações gerais

A maioria das comunidades rurais da SADC são servidas a partir das águas subterrâneas; várias grandes cidades em toda a SADC dependem das águas subterrâneas para o seu abastecimento urbano de água; a irrigação das águas subterrâneas é importante para a produção de alimentos na região embora a sua aplicação não seja tão generalizada como seria de esperar em algumas das zonas propensas à seca); e as águas subterrâneas são importantes no apoio a ecossistemas (de zonas húmidas) importantes na região (Pietersen e Beekman, 2016).

A importância das águas subterrâneas para o desenvolvimento socio-económico na região da SADC e para sustentar ecossistemas importantes, não se reflecte no estado actual da gestão das águas subterrâneas em geral ou da gestão da recolha de dados sobre as águas subterrâneas em particular. Pietersen e Beekman (2016) já relataram uma situação alarmante descrevendo questões relacionadas com a poluição das águas subterrâneas, o esgotamento das águas subterrâneas e a falta de acesso à / disponibilidade de água durante todo o ano, enquanto os investimentos na operação e manutenção das infra-estruturas de águas subterrâneas são limitados, faltam a implementação de políticas de águas (subterrâneas) e a aplicação dos regulamentos (ex. instrumentos como as zonas de protecção das águas subterrâneas são pouco utilizados; as licenças de utilização da água não são aplicadas e são impostas multas), não existem realmente agências explícitas responsáveis pela gestão das águas subterrâneas, e falta coordenação entre o sector das águas subterrâneas e outros sectores, como o sector agrícola, o planeamento urbano e o desenvolvimento industrial. Também referem que a gestão e monitoramento das águas subterrâneas são fracas na maioria dos Estados Membros da SADC; uma constatação que é confirmada na avaliação actual. As questões já relatadas pelo IGRAC (2013) não melhoraram realmente nos últimos anos desde a actual avaliação. As lacunas nos registos de dados, a necessidade de formação do pessoal em práticas de monitoramento e gestão de dados, a falta de padronização, a necessidade de aumentar o número de estações de monitoramento das águas subterrâneas e dos recursos humanos e de capital associados e a interpretação regular dos dados de monitoramento das águas subterrâneas, a falta/adequação dos padrões de qualidade e controle dos dados e da base de dados (acessível), são questões que foram relatadas em estudos anteriores e que também resultam da avaliação actual, com muito poucas provas de melhorias nos anos desde os inventários anteriores.

Muitos dos membros do pessoal entrevistados ou envolvidos no projecto (ex., os jovens profissionais, membros superiores do pessoal que contribuem para o workshop e pessoas focais do GMI da SADC) são bastante apaixonados pelo seu trabalho, mas questões organizacionais como a falta de orçamento para pessoal (adequadamente formado), equipamento e logística e a falta de prioridades para conduzir actividades estruturais de recolha e gestão de dados sobre águas subterrâneas parecem estar no centro do problema.

Em muitos casos parece haver uma lacuna significativa entre a política e a prática. A equipa do projecto experimentou frequentemente a existência de uma discrepância entre a versão oficial e a realidade. A versão oficial pode ser que os níveis das águas subterrâneas e a sua qualidade são controladas regularmente e que estes dados de monitoramento das águas subterrâneas estão disponíveis. Na prática, porém, verifica-se que os dados são recolhidos a intervalos irregulares devido a questões orçamentais ou logísticas, que os furos de observação foram vandalizados ou equipados como furos de produção, e que os dados de

monitoramento das águas subterrâneas são difíceis de obter porque os dados são armazenados em muitos locais diferentes e, em alguns casos, os procedimentos burocráticos atrasam ou, no pior dos casos, impedem o acesso aos dados.

Recomendações - ABC

Alocar pessoal e orçamento : A falta de pessoal suficiente (e com formação adequada) e orçamento insuficiente para o equipamento e logística são obstáculos óbvios à melhoria da recolha e gestão dos dados relativos às águas subterrâneas, e estas questões têm de ser resolvidas a nível da gestão e a nível político (alocação orçamental).

Ser realista: É igualmente importante desenvolver/avaliar programas de monitoramento das águas subterrâneas e bases de dados de águas subterrâneas para fazer corresponder os orçamentos e a capacidade disponíveis. Um programa de monitoramento simples e uma base de dados totalmente operacional, é mais valioso do que um programa de monitoramento altamente ambicioso e uma base de dados complexa e disfuncional.

Converter os dados em informação relevante para a política: Os próprios profissionais de águas subterrâneas devem, numa base regular, processar e analisar dados de monitoramento das águas subterrâneas e desenvolver aconselhamento e intervenções relevantes em termos de políticas com base nessa informação. Potenciar desta forma os dados relativos às águas subterrâneas pode ganhar mais atenção (e orçamento) para um monitoramento adequado das águas subterrâneas e gestão de dados. Para obter este tipo de análises, os profissionais de águas subterrâneas também precisam de ser formados / capacitados neste tipo de análises.

4.3.2. Objectivos e estratégia de monitoramento

Embora quase todos os países monitorizem as águas subterrâneas, foi muito difícil obter **planos oficiais de recolha de dados sobre águas subterrâneas com orçamentos dedicados e objectivos numerados**. Pode ser que estes planos existam mas não sejam partilhados, mas é provável que não existam, e que o monitoramento seja efectuada numa base incidental, dependendo do orçamento disponível. Tais planos são cruciais para se ter uma recolha eficiente de dados sobre águas subterrâneas. Recomenda-se que cada organização responsável pela recolha e gestão de dados sobre águas subterrâneas defina objectivos claros, mesmo que pequenos, que sejam realistas, ou seja, que possam ser cumpridos com a sua capacidade actual (orçamento, pessoal, material). O que mais importa é que a recolha de dados seja consistente, e que o monitoramento seja regular. Pode ser preferível ter menos pontos de monitoramento com séries cronológicas regulares do que mais pontos de monitoramento afectados por várias lacunas. Objectivos claros de monitoramento são cruciais na definição dos dados que devem ser recolhidos e com que frequência (e não o contrário). Tal como referido nas notas informativas de GW-MATE, o monitoramento "deve ser impulsionado por um objectivo específico - o monitoramento por si próprio leva frequentemente a uma ineficiência". Por exemplo, os níveis das águas subterrâneas são monitorados por quase todos os países, mas não é claro porquê e em que base o network de monitoramento foi concebido. É o objectivo uma série de poços/área (por exemplo, África do Sul)? Um número de poços/capita? É uma determinada região visada (ex. Zimbabué)? O mesmo se aplica à qualidade das águas subterrâneas e à captação.

Avaliação e revisão programada dos networks de monitoramento para otimizar o monitoramento das águas subterrâneas (modificar a frequência e ou a distribuição

geográfica). Isto ajudará a estabelecer uma distribuição adequada dos recursos de monitoramento e da frequência de monitoramento para ajustar as respostas dos aquíferos e os orçamentos disponíveis e a capacidade humana.

4.3.3. Procedimentos QA/QC

A maioria dos países comunicou que a qualidade dos dados recolhidos é geralmente fraca. Isto pode estar relacionado com vários factores. Uma das principais causas para isto é a falta de recolha contínua de dados e dados que não são disponibilizados em bases de dados acessíveis. Outras razões incluem a ausência / falta de implementação de **procedimentos de recolha de dados no terreno, incluindo modelos e formulários de campo**. Isto tem sido relatado em vários países. Os formulários claros e simples não são difíceis de desenvolver e podem melhorar muito a qualidade dos dados recolhidos. Procedimentos simples podem melhorar muito a qualidade dos dados recolhidos e podem também ajudar a manter o equipamento em boa ordem. Também podem ser desenvolvidos procedimentos para orientar os testes de bombeamento, uma vez que alguns países relataram que esses testes não são realizados correctamente (ex., são demasiado curtos).

Pessoal treinado é fundamental para a obtenção de dados fiáveis. Quase todos os países relatam uma necessidade de formação em técnicas de campo, tais como calibração de equipamento comum de campo, resolução de problemas básicos de campo, instalação de equipamento, testes de bombeamento e medições de dados. Alguns países desenvolveram estratégias para **verificação de dados**; tais procedimentos não precisam de ser complicados e precisam de ser amplamente implementados (ex., verificação dupla dos níveis das águas subterrâneas e medições de qualidade, traçado de dados para detecção de valores atípicos). Além disso, a análise e interpretação regular dos dados pode ajudar a detectar dados suspeitos e a melhorar / otimizar estratégias de recolha de dados / programas de monitoramento.

As recomendações fáceis de implementar consistem em melhorar o controlo da qualidade dos dados, utilizando gráficos em excelente qualidade para a inspecção visual dos dados de monitoramento das águas subterrâneas, imediatamente após a recolha dos dados, para que haja uma oportunidade de filtrar e/ou reamostrar os valores atípicos extremos e suspeitos.

Métodos mais avançados, mas não fora do alcance das tecnologias actuais e **aplicações para telemóveis** prontamente disponíveis: Para evitar erros durante a digitalização dos formulários de campo e para simplificar / acelerar os procedimentos de carregamento / introdução de dados de campo nas bases de dados os Estados Membros devem considerar a utilização de software / aplicações para telemóveis para substituir os formulários de campo em papel. Há várias aplicações disponíveis para estes fins. Alguns exigiam que os dados fossem descarregados manualmente do telemóvel para um computador (para carregamento na base de dados nacional centralizada), ao passo que existem também aplicações mais avançadas que podem ligar-se directamente a um servidor de dados, para que já não seja necessário carregar manualmente os dados para uma base de dados.

4.3.4. Armazenamento e partilha de dados

O **armazenamento de dados** é um problema. Muito poucos países dependem de software dedicado para armazenar e interpretar dados de monitoramento das águas subterrâneas. Alguns utilizam planilhas, que podem ser uma solução quando estão envolvidos poucos

dados. As cópias impressas devem ser evitadas (excepto para fins de arquivo /salvaguarda). Quando os dados são armazenados em diferentes locais e em diferentes formatos, o acesso aos dados torna-se um problema.

Alguns países até não dispõem de estratégias sólidas de **salvaguarda de dados**. As bases de dados centralizadas num servidor com salvaguarda automática são recomendadas, mas alternativas simples são a utilização de armazenamento em cloud ou mesmo a salvaguarda regular através de discos rígidos separados, embora estes últimos tendam a ter o risco de serem esquecidos após algum tempo.

Problemas com armazenamento de dados resultam directamente em problemas de **partilha de dados**. O acesso aos dados relativos às águas subterrâneas é difícil em muitos Estados Membros. Para além do armazenamento desorganizado de dados, em alguns países também parecem existir barreiras culturais ou outras ao acesso aos dados/partilha de dados.

4.3.5. Processamento, interpretação e divulgação de informação relevante para as políticas

Muitos países relataram a falta de **interpretação dos dados sobre águas subterrâneas**, para qualquer finalidade (ex., gestão de recursos, gestão de poços ou mesmo de furos, avaliação da contaminação, protecção). A impressão geral é que os dados são recolhidos para serem armazenados numa base de dados (no melhor dos casos), embora não possam ser dados exemplos claros de análise e avaliação.

Ao longo de todo o projecto não foi fornecido nenhum exemplo de dados de monitoramento das águas subterrâneas a serem utilizados em relação à avaliação ou gestão dos recursos de águas subterrâneas. Quando interrogados durante as entrevistas sobre o processamento e interpretação de dados de monitoramento das águas subterrâneas, tornou-se evidente que tal não acontece regularmente ou pior: não acontece de todo em alguns países. Isto significa que as intervenções de gestão e o desenvolvimento de políticas não se baseiam em dados a longo prazo e análises de tendências, elementos que são da maior importância para poder gerir o recurso de forma sustentável. As explicações fornecidas para este hiato incluem a falta de prioridade, falta de capacidade suficiente, falta de capacidade técnica ou falta de experiência, falta de ferramentas de software e falta de dados de qualidade suficientes.

A falta de programas de software não parece ser um grande obstáculo, uma vez que vários programas livres (e por vezes de código aberto) estão disponíveis hoje em dia. No entanto, o pessoal pode necessitar de formação sobre a utilização destes programas e sobre a interpretação dos dados relativos às águas subterrâneas em geral.

Uma queixa frequentemente ouvida foi a falta de fundos para o monitoramento. Contudo, para quebrar o círculo vicioso da falta de dados e da falta de informação dos dados, é igualmente importante começar a utilizar os dados existentes e transformá-los em informação prática e relevante para as políticas. Sem isto, os especialistas e os tomadores de decisão não compreenderão a importância do monitoramento das águas subterrâneas a longo prazo, e não é provável que forneçam orçamentos adicionais.

Este nível de interpretação exige competências técnicas de processamento e análise de dados, mas exige também uma compreensão das questões e da posição dos utilizadores de águas subterrâneas e da sua evolução (ex., desenvolvimentos na agricultura).

Recomenda-se a capacitação a este nível de interpretação dos dados relativos às águas

subterrâneas, quer através do ensino terciário (universitário) e/ou de programas de formação dedicados.

É igualmente importante desenvolver programas de monitoramento das águas subterrâneas claros e realistas (isto é, viáveis dentro do orçamento disponível e da capacidade humana) com objectivos claramente definidos. Isto evita a recolha de dados por uma questão de recolha.

5. Bibliografia

- BGS [British Geological Survey], IAH [International Association of Hydrologists], UpGro [Unlocking the potential of Groundwater for the poor] and IDS [Institute of Development Studies] (2018). Africa Groundwater Atlas. Accessed [16/1/2019]
http://earthwise.bgs.ac.uk/index.php/Africa_Groundwater_Atlas_Home
- Botswana Government (2016). Botswana water accounting report 2014/2015. Gaborone (Botswana): WAVES, CAR, MMEWR, Worldbank, 69pp.
- Chairuca, L., Naafs, A., van Haren, I., Upton, K., Ó Dochartaigh, B.É. and Bellwood-Howard, I. (2018). Africa Groundwater Atlas: Hydrogeology of Mozambique. British Geological Survey. Accessed [16/1/2019].
http://earthwise.bgs.ac.uk/index.php/Hydrogeology_of_Mozambique
- Chishugi JB, Birikomo J, Upton K, Ó Dochartaigh BÉ and Bellwood-Howard, I. (2018). Africa Groundwater Atlas: Hydrogeology of the Democratic Republic of the Congo. British Geological Survey. Accessed [16/1/2019].
http://earthwise.bgs.ac.uk/index.php/Hydrogeology_of_Democratic_Republic_of_the_Congo
- Christelis G, Dierkes K, Quinger M, Matengu B, Lohe C, Bittner A, Upton K, Ó Dochartaigh BÉ and Bellwood-Howard, I. (2018). Africa Groundwater Atlas: Hydrogeology of Namibia. British Geological Survey. Accessed [16/1/2019].
http://earthwise.bgs.ac.uk/index.php/Hydrogeology_of_Namibia
- IGRAC [International Groundwater Resources Assessment Centre] (2013) Groundwater monitoring in the SADC region. Overview prepared for the Stockholm World Water Week, 2014. Delft (Netherlands): IGRAC, 19pp.
- IGRAC and IGS (2019): Capacity building for groundwater data collection and management in SADC Member States - Report on activities. Final report. SADC-GMI.
- INRH [Instituto Nacional de Recursos Hídricos] (2018) Website. Accessed [16/1/2019]
http://www.inrh.gv.ao/instituicao#instituicao_intro
- Leketa K, Migwi M, Crane E, Upton K, Ó Dochartaigh BÉ and Bellwood-Howard, I. (2018). Africa Groundwater Atlas: Hydrogeology of Lesotho. British Geological Survey. Accessed [16/1/2019]. http://earthwise.bgs.ac.uk/index.php/Hydrogeology_of_Lesotho
- Mudimbo, D., Owen, R., Crane, E., Upton, K., Ó Dochartaigh, B.É. and Bellwood-Howard, I. (2018). Africa Groundwater Atlas: Hydrogeology of Zimbabwe. British Geological Survey. Accessed [16/1/2019].
http://earthwise.bgs.ac.uk/index.php/Hydrogeology_of_Zimbabwe
- Nkhuwa, D.C.W., Kang'omba, S., Chomba, K.C., Crane, E., Upton, K., Ó Dochartaigh, B.É. and Bellwood-Howard, I. (2018). Africa Groundwater Atlas: Hydrogeology of Zambia. British Geological Survey. Accessed [16/1/2019].
http://earthwise.bgs.ac.uk/index.php/Hydrogeology_of_Zambia
- Ó Dochartaigh, B.É., Upton, K., Bertram, E., Pietersen, K., Abiye, T and Bellwood-Howard. (2018). Africa Groundwater Atlas: Hydrogeology of South Africa. British Geological Survey.

Accessed [16/1/2019].

http://earthwise.bgs.ac.uk/index.php/Hydrogeology_of_South_Africa

Pietersen, K. and Beekman, H.E. (2016). Groundwater management in the Southern African Development Community. Bloemfontein (South Africa): SADC Groundwater Management Institute, 95pp.

SADC [Southern African Development Community] (2003). Southern African Development Community. Regional Situation Analysis. RFP # WB 1861-571/02. Final report. Gaborone (Botswana): SADC, pp 127 (Report also published as: Farr, J.L., Gumirehete, R., Davies, J. & Robins, N. S. (2005). Southern African Development Community. Regional Situation Analysis. British Geological Survey Internal Report, CR/05/093N. Keyworth Nottingham (United Kingdom): British Geological Survey, 132pp.)

SADC [Southern African Development Community] (2010). SADC Hydrogeological Mapping Project (9 ACP RPR 39 -89). Technical Assistance to the Southern Africa Development Community (SADC). Final report. Gaborone (Botswana): SADC, 68pp.

SADC [Southern African Development Community], BGS [British Geological Survey], GIZ [Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit] and DFID [Department of International Development United Kingdom] (2017). SADC Groundwater Grey Literature Archive. Accessed [Online 21/03/2018] <http://www.bgs.ac.uk/sadc/>

SADC-GMI [SADC Groundwater Management Institute] (2017) SADC-Groundwater Information Portal. Online archive: <http://gip.sadc-gmi.org>

Sangea H, Upton K, Ó Dochartaigh BÉ and Bellwood-Howard, I. (2018). Africa Groundwater Atlas: Hydrogeology of Tanzania. British Geological Survey. Accessed [16/1/2019]. http://earthwise.bgs.ac.uk/index.php/Hydrogeology_of_Tanzania

Setlhogile, T. and Harvey, R. (2015). Water governance in Botswana. Governance of Africa's Resources Programme. Policy briefing 144. Johannesburg: South African Institute of International Affairs (SAIIA), 4pp.

Swaziland MNRLE [Ministry of Natural Resources, Land use and Energy] and Canada IDA [International Development Agency], 1992. Groundwater Resources of Swaziland. Prepared by Piteau Associates Engineering Ltd. North Vancouver, B.C. Canada. <https://resources.bgs.ac.uk/sadcreports/eSwatini1991cidagroundwaterresourcesa.pdf>

Upton, K., Ó Dochartaigh, B.É., Chunga, B. and Bellwood-Howard, I. (2018a). Africa Groundwater Atlas: Hydrogeology of Malawi. British Geological Survey. Accessed [16/1/2019]. http://earthwise.bgs.ac.uk/index.php/Hydrogeology_of_Malawi

Upton K, Ó Dochartaigh BÉ and Bellwood-Howard, I. (2018b). Africa Groundwater Atlas: Hydrogeology of Swaziland. British Geological Survey. Accessed [16/1/2019]. http://earthwise.bgs.ac.uk/index.php/Hydrogeology_of_Swaziland

Upton, K., Ó Dochartaigh, B. É., Bellwood-Howard, I. and González, M. A. (2018). Africa Groundwater Atlas: Hydrogeology of Angola. British Geological Survey. Accessed 16/1/2019. http://earthwise.bgs.ac.uk/index.php/Hydrogeology_of_Angola

Upton, K, Ó Dochartaigh, B É, Key, R, Farr J and Bellwood-Howard, I. (2018). Africa Groundwater Atlas: Hydrogeology of Botswana. British Geological Survey. Accessed [16/1/2019]. http://earthwise.bgs.ac.uk/index.php/Hydrogeology_of_Botswana



info@un-igrac.org

Delft - Netherlands