

Resiliência à Seca e Segurança Hídrica no Sul de Angola

Public Disclosure Authorized

Public Disclosure Authorized

Public Disclosure Authorized

Public Disclosure Authorized



Aleix Serrat-Capdevila
Natalia Limones
Javier Marzo-Artigas
Marcus Wijnen
Bruno Petrucci



BANCO MUNDIAL



Korea
Green Growth
Trust Fund



GWSP
GLOBAL WATER
SECURITY & SANITATION
PARTNERSHIP

RESILIÊNCIA À SECA E SEGURANÇA HÍDRICA NO SUL DE ANGOLA

*Aleix Serrat-Capdevila, Natalia Limones, Javier Marzo-Artigas,
Marcus Wijnen and Bruno Petrucci*

Isenção de responsabilidade padrão:

Este volume é um produto dos funcionários do Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento/ Banco Mundial. As conclusões, interpretações e conclusões expressas neste artigo não reflectem necessariamente as opiniões dos directores executivos do Banco Mundial ou dos governos que representam. O Banco Mundial não garante a exactidão dos dados incluídos neste trabalho. As fronteiras, cores, denominações e outras informações apresentadas em qualquer mapa deste trabalho não implicam qualquer julgamento por parte do Banco Mundial sobre o estatuto jurídico de qualquer território ou o endosso ou aceitação de tais fronteiras.

Declaração de direitos autorais:

O material desta publicação é protegido por direitos autorais. Copiar e/ou transmitir partes ou todo este trabalho sem permissão pode ser uma violação da lei aplicável. O Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento/o Banco Mundial incentiva a divulgação do seu trabalho e normalmente concede autorização para reproduzir partes do trabalho prontamente.

Para obter permissão para fotocopiar ou reimprimir qualquer parte deste trabalho, envie um pedido com informações completas para o Centro de Autorização de Direitos Autorais, Inc., 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923, EUA, telefone 978-750-8400, fax 978-750-4470, <http://www.copyright.com/>.

Todas as outras questões sobre direitos e licenças, incluindo direitos subsidiários, devem ser dirigidas ao escritório do editor, The World Bank, 1818 H Street NW, Washington, DC 20433, EUA, fax 202-522-2422, e-mail pubrights@worldbank.org.

Índice

Índice	iii
Prefacio: Seca e Resiliência	ix
Agradecimentos	xi
Siglas e Abreviações	xiii
Sumário Executivo	1
Como pode angola construir resiliência à seca e segurança hídrica?	2
O valor dos dados e a análise contínua	4
1 Introdução	5
Seca em angola	5
Objectivos, público e abordagem	5
Antecedentes do país	6
A área de estudo	7
Notas	8
2 Caracterização do Risco da Seca no Sul de Angola	9
Vulnerabilidade e exposição à seca na região	9
Dados e metodologia	9
Principais resultados	11
Caracterização da seca e impactos hidrológicos diretos	17
Dados e metodologia	17
Principais resultados	18
Impactos esperados: sobreposição das condições de vulnerabilidade e da gravidade do evento de seca	20
Notes	22
3 Compreender os Impactos Observados no Terreno	23
Recolha de feedback das comunidades locais	23
Principais questões observadas no terreno	28
Notas	33
4 Melhorar a Resiliência à Seca no Sul de Angola: Avaliação de Opções para Investimentos em Infra-estruturas Rurais de Água	35
Seleção das opções de infra-estruturas mais adequadas	35
Estudo de caso 1: opções para aumentar a segurança da água na bacia do cuvelai	37
Estudo de caso 2: identificação de secções fluviais com potencial para a construção de recarga gerida de aquíferos em pequena escala na província do namibe ..	68
Custos das infra-estruturas	84
Identificação dos riscos associados à construção de infra-estruturas de abastecimento de água em pequena escala	96
Notas	98

5 Conclusões e Recomendações: Fortalecimento da Resiliência à Seca no Sul de Angola	101
Recomendação 1: investir em informação e conhecimento	102
Recomendação 2: investir em infra-estruturas rurais	104
Recomendação 3: investir em instituições e recursos humanos	106
Referências	111
Glossário	115
Anexo A: Principais Aquíferos da Bacia do Cuvelai-Etoshá	119
Anexo B: Balanço hídrico para os anos de precipitação abaixo da média ..	121
Anexo C: Projectos de Infra-estruturas de Captação de Água	123
Anexo D: Levantamentos Topográficos e Geognósticos	125
Dimensões e metodologia	125
Ajustes dos locais	126
Notas	127
Anexo E: Programa das missões de campo	129
Figures	
Figura 1.1. Alguns factos sobre Angola	8
Figura 2.1. Pontuações e percentil das Comunas para o Indicador 1: Falta de fiabilidade da fonte de água	12
Figura 2.2. Pontuações comunitárias e percentil para o Indicador 2: Falta de segurança da fonte de água	12
Figura 2.3. Pontuação comunitária e percentis para o Indicador 3: Dependência financeira da água	13
Figura 2.4. Gráficos temporais que retratam a evolução do Índice de Probabilidade de Excepção da Seca (DEPI) em 21 pontos da região, e as médias provinciais	19
Figura 2.5. Precipitação média mensal menos evapotranspiração real na região para 1994–2019	20
Figura 2.6. Diferença entre os valores médios mensais de precipitação menos a evapotranspiração efetiva no período 2012–2019, e os valores médios mensais calculados para todo o período 1994–2019	21
Figura 4.1. “Esquema de decisão” para encontrar a infra-estrutura de abastecimento de água rural de pequena escala mais adequada a ser explorada em cada área prioritária, com base nas suas condições naturais	36
Figura 4.2. Secção transversal Norte-Sul da parte ocidental da bacia do Cuvelai, desde a parte alta da bacia do Cuvelai até ao Lago Oponono	41
Figura 4.3. Precipitação mensal nas sub-bacias da Bacia Superior; Planície de Angola e Planície da Namíbia, 2003–2019	42
Figura 4.4. Índice de seca SPEI em diferentes escalas de tempo para Ombala Yo Mungu	43

Figura 4.5. Precipitação na Bacia Superior	52
Figura 4.6. Precipitação média mensal (P), evapotranspiração real (ETa) e P – Valores ETa para as três sub-bacias do Cuvelai	54
Figura 4.7. Precipitação média anual (P) para as três sub-bacias do Cuvelai combinadas, 2003–2018	55
Figura 4.8. Correlação entre P anual e ETa anual para a sub-bacia da Planície de Angola, 2003–2018	56
Figura 4.9. Probabilidade de excedência anual dos valores anuais de precipitação, Planície de Angola	58
Figura 4.10. Probabilidade de excedência anual dos valores “P-ETa” da estação húmida para a Planície de Angola	59
Figura 4.11. Curva de frequências para Precipitação e ETa anuais para Planície de Angola.....	60
Figura 4.12. Correlação entre “excesso de P-ETa da estação húmida” e “P estação húmida”	65
Figura 4.13. Chuva da estação húmida P (outubro-março) e chuva líquida Pnet calculada da estação húmida de em Omabala Yo Mungu.	65
Figura 4.14. Precipitação diária e precipitação líquida estimada em Ombala Yo Mungu durante as estações chuvosas de 1998–2019	66
Figura 4.15. Precipitação cumulativa e precipitação líquida em Ombala Yo Mungu para uma estação chuvosa média	67
Figura 4.16. Curva de enchimento de <i>chimpacas</i> e cisternas padrão para diferentes tamanhos de implúvio durante uma estação chuvosa com precipitação média (esquerda) e precipitação abaixo da média (AEP = 60%) (à direita).	67
Figura 4.17. Perfil de barragem proposto e padrão da rocha matriz	83
Figura 4.18. Secções transversais da barragem	83
Figura 4.19. Perfil da barragem proposto e padrão da rocha matriz.....	85
Figura 4.20. Secções transversais da barragem	85
Figura 4.21. Perfil da barragem e padrão da rocha matriz	86
Figura 4.22. As secções transversais das barragens apresentam dois padrões diferentes devido à ausência/presença de uma cobertura arenosa do subsolo granítico	88
Figura 5.1. Processo de decisão para a priorização e selecção das comunas beneficiárias para investimentos em recursos hídricos	107
Figura C.1. Secção transversal esquemática de uma <i>chimpaca</i>	123
Figura C.2. Layout esquemático de uma <i>chimpaca</i>	123
Figura C.3. Secção transversal esquemática de uma cisterna	124
Figura C.4. Estrutura esquemática de uma cisterna	124

Mapas

Mapa 1.1. As cinco províncias abrangidas por este estudo e a sua precipitação média mensal	7
Mapa 2.1. Mapas de distribuição populacional que mostram as Comunas do Cunene, Huíla, e Namibe com menor densidade populacional. Dados de população de Mendelsohn e Mendelsohn (2019)	16
Mapa 3.1. Comunas onde foram realizados trabalhos de campos pormenorizados (incluindo entrevistas e debates nos escritórios da administração do município) . .	24
Mapa 4.1. Mapas da província do Cunene (à esquerda) e da bacia hidrográfica transfronteiriça de Cuvelai (direita)	38
Mapa 4.2. Sub-bacias da bacia do Cuvelai utilizadas neste estudo.	41
Mapa 4.3. Mapa de localização dos locais da bacia de Cuvelai visitado durante o levantamento de campo	47
Mapa 4.4. Grade dos dados meteorológicos de satélite sobreposta nas sub-bacias do Cuvelai utilizadas aqui.	51
Mapa 4.5. Detalhe do mapa hidrogeológico de África à escala de 1/10 M mostrando os valores modelados de recarga das águas subterrâneas	53
Mapa 4.6. Mapa dos municípios de Bibala e Camucuiu na província do Namibe. . .	71
Mapa 4.7. Ampliação da área da bacia do Giraul, com locais potenciais para soluções de recarga de aquíferos geridos rotuladas como “GB”.	72
Mapa 4.8. Ampliação da área de Chingo, com locais potenciais para soluções de recarga de aquíferos geridos com o rótulo “CH”.	72

Fotografias

Fotografia 3.1. Bomba Volanta (à esquerda); um ponto de água movido a energia solar (à direita)	28
Fotografia 3.2. Uma <i>cacimba</i> escavada num leito de rio	29
Fotografia 3.3. Camião utilizado em Onkokwa, fornecido pelo Serviço Nacional de Protecção Civil de Bombeiros.	31
Fotografia 3.4. <i>Chimpaca</i> assoreada com muito pouco armazenamento restante (à esquerda); uma <i>cacimba</i> (poço aberto) escavado dentro de uma <i>chimpaca</i> assoreada para encontrar uma pequena quantidade de água (direita)	32
Fotografia 3.5. Um lote de rega gota a gota em Bentiaba	33
Fotografia 4.1. Vista do Google Earth das unidades de paisagem da área de estudo na parte angolana da bacia do Cuvelai	38
Fotografia 4.2. Vista terrestre da paisagem do Cuvelai	39
Fotografia 4.3. Mapa geológico da bacia do Cuvelai-Etoshá (esquerda); Pedreira perto de Ombala Yo Mungu (direita)	40
Fotografia 4.4. Vista aérea e lateral de um <i>chimpaca</i> no Cuvelai	44

Fotografia 4.5. Cacimba típica <i>cacimba</i> num kimbo perto de Ohenghali, comuna Mongua (à esquerda); poço aberto em Chiulo, comuna de Mukope (à direita) ..	45
Fotografia 4.6. Furo com bomba Volanta perto de Onjiva (à esquerda); furo equipado com bomba solar e reservatório de armazenamento em Omambodi, comuna de Mongua (à direita).	45
Fotografia 4.7. Observações de geologia do solo e subterrâneas perto de Ombala Yo Mungu sede (à esquerda); Medição do nível das águas subterrâneas perto de Mongua sede (meio); e medição da qualidade da água na Comuna de Naulila (à direita).	48
Fotografia 4.8. Principais componentes do balanço hídrico das sub-bacias do Cuvelai consideradas neste estudo.	52
Fotografia 4.9. Furo equipado com bomba solar e reservatório de armazenamento de 5 m ³ em Ondjiva sede	62
Fotografia 4.10. Furo equipado com bomba Volanta para abastecimento de água comunitária e de criação em Omulova, Comuna Namakunde	63
Fotografia 4.11. Canal activo do sistema de drenagem do Cuvelai nas planícies do Cuvelai (à esquerda); Kimbo perto de Ohenghali, Comuna Mongua, com campo preparado para o cultivo de regadio durante a próxima estação chuvosa (direita).	64
Fotografia 4.12. Armadilha de sedimentos que protege a cisterna (“berkat”) na Somalilândia (duas imagens à esquerda) e armadilha de sedimentos com filtro de areia para duas cisternas diferentes em Djibuti (duas imagens à direita).	69
Fotografia 4.13. Furo profundo artesiano em Okashana (esquerda) e concentrações de isótopos estáveis nas águas subterrâneas na parte da bacia do Cuvelai-Etosha na Namíbia (direita)	70
Fotografia 4.14. Vista do possível layout da barragem no local GB2 da margem direita.	75
Fotografia 4.15. Possível disposição da barragem, albufeira, e características geológica no local da barragem GB2	76
Fotografia 4.16. Vista do possível layout da barragem no local GB3 da margem direita.	77
Fotografia 4.17. Possível disposição da barragem albufeira (throwback), e características geológicas no local da barragem GB3	78
Fotografia 4.18. Local CHB1	80
Fotografia 4.19. Nova barragem proposta (linha azul) e área da albufeira (throwback)	81
Fotografia 4.20. Vista aérea e disposição da área do local da barragem GB3	86
Fotografia 4.21. Planimetria da área da barragem	88
Fotografia D.1. Área de pesquisa do local GB2	126
Fotografia D.2. Área de pesquisa do local GB3	127
Fotografia D.3. Área de pesquisa do Local CHB1	127

Tabelas

Tabela 2.1. Indicadores utilizados para caracterizar a sensibilidade e a vulnerabilidade à seca na região coberta pelo estudo do ponto de vista do abastecimento doméstico de água	10
Tabela 2.2. Classificação das Comunas das cinco províncias estudadas com base na sua vulnerabilidade à seca.	13
Tabela 2.2. Continuação.	14
Tabela 3.1. Lista dos municípios que sofreram impactos com base nas informações fornecidas pelos principais informadores e grau de ajustamento aos resultados deste estudo	26
Tabela 3.2. Impactos reportados para cada uma das Comunas prioritárias amostradas . .	27
Tabela 4.1. Valores da condutividade elétrica (CE) para diferentes tipos de pontos de água	49
Tabela 4.2. Balanço hídrico provisório para as três sub-bacias do Cuvelai, 2003–2018. .	57
Tabela 4.3. Probabilidades anuais de exceder para diferentes parâmetros climáticos (Captura Superior)	59
Tabela 4.4. Potencial de captação de água de superfície para a sub-bacia das terras baixas de Angola, para diferentes valores AEP	61
Tabela 4.5. Tamanhos do implúvio necessários para chimpacas e cisternas padrão e grandes, dependendo da quantidade de precipitação sazonal líquida recebida (Outubro a Março)	67
Tabela 4.6. Localizações dos pontos selecionados e parâmetros hidrológicos da bacia. .	73
Tabela 4.7. Fluxo e parâmetros da barragem	82
Tabela 4.8. Os parâmetros de fluxo e da barragem	84
Tabela 4.9. Os parâmetros do fluxo e da barragem	87
Tabela 4.10. Estimativas de custos para uma chimpaca padrão e uma <i>chimpaca</i> estratégica grande	93
Tabela 4.11. Estimativas de custos para cisternas normais e grandes	94
Tabela 4.12. Análise de custos para a barragem de areia do local GB2	95
Tabela 4.13. Análise de custos para a barragem de areia do local GB3.	97
Tabela 4.14. Análise de custos para a barragem de areia do local CH1.	98
Tabela 4.15. Visão geral das estimativas de custos para diferentes tipos de infra-estruturas de abastecimento de água em meio rural	99
Tabela A.1. Classificação e principais características dos aquíferos da Sequência Kalahari na parte namibiana da bacia do Cuvelai-Etosha	119
Tabela B.1. Balanços indicativos de água para as três sub-bacias do Cuvelai desenhadas com P, ETa, “Excesso de P-ETa da estação húmida” e “Défice de P-ETa da estação seca” com valores de 60%, 70%, 80% e 90% de probabilidades de excedência anual	121

PREFÁCIO:

Seca e Resiliência

Os efeitos da seca são modulados pela presença, ou ausência, de políticas e esforços institucionais adequados, infra-estruturas adequadas e o grau da sua funcionalidade, entre outros factores. Como as grandes secas dos últimos anos têm comprovado em muitos países, as instituições formais ou informais, são factores determinantes e fundamentais para a resiliência à seca. Dadas as anomalias meteorológicas, a vulnerabilidade à seca dependerá de uma série de condições estruturais, do contexto da gestão do estado de manutenção de rotina, das correspondentes dotações orçamentais, da presença de sistemas e fluxos de informação, etc. Estes factores, por sua vez, condicionam a preparação e a capacidade das comunidades para responderem com eficácia à seca.

A resiliência à seca depende da interacção do ambiente natural, das infra-estruturas construídas, das instituições e do comportamento humano. Resiliência é ter opções e medidas para amortecer os choques.

Este estudo responde a um pedido do Governo de Angola feito no final de 2018 para ajudar a transitar de um modo de resposta reativa para um modelo proactivo, e focado na resiliência para lidar com a seca no Sul de Angola. Para o efeito, o estudo apresenta uma abordagem prática e propostas concretas para apoiar o Governo de Angola na promoção da resiliência aos factores climáticos.

O trabalho aqui apresentado visa proporcionar uma melhor compreensão da vulnerabilidade do sul de Angola à seca, centrando-se nas condições estruturais de acesso à água, bem como no contexto de governação. Com base neste melhor entendimento, o estudo informa o desenho de soluções chave, incluindo o reforço da governação para promover a resiliência, o investimento no desenvolvimento sustentável dos recursos hídricos e uma estratégia para priorizar intervenções em toda a região.

Este estudo centra-se nas comunidades rurais em toda a parte Sul e especificamente em ajudar a encontrar soluções adequadas de acesso à água para estas comunidades. A abordagem e recomendações deste estudo são complementares aos esforços paralelos do Governo de Angola focados em grandes infra-estruturas para aumentar o acesso aos recursos hídricos através da construção de barragens e transferências de água nas bacias dos rios Cuvelai, Cunene e Cubango. Este estudo destina-se às comunidades rurais que estarão fora do alcance destas grandes infra-estruturas.



Agradecimentos

O estudo analítico de “Resiliência à Seca e Segurança Hídrica no Sul de Angola” do Banco Mundial foi lançado em fevereiro de 2019 sob a supervisão do líder da equipa Aleix Serrat-Capdevila, Especialista Sénior em Gestão de Recursos Hídricos. O trabalho apresentado neste relatório foi realizado com uma equipa de quatro especialistas: Natalia Limones Rodríguez, Especialista em Resiliência à Seca e Dados Climáticos; Javier Marzo Artigas, Especialista em Dados Estatísticos e Sistemas de Informação Geográfica (SIG); Marcus Wijnen, Especialista Sénior em Águas Subterrâneas; e Bruno Petrucci, Especialista Sénior em Captação de Água.

Este estudo não teria sido possível sem o amplo apoio e colaboração de instituições governamentais, administrações provinciais e municipais e uma série de parceiros de desenvolvimento. A equipa recebeu apoio e informações valiosas de vários parceiros reconhecidos abaixo. O apoio de campo do Evanilton Pires (Instituto de Tundavala, IT) e Marco Paulo Carlos (Universidade Agostinho Neto, UAN), graças à facilitação dos professores Carlos Ribeiro (IT), Gabriela J.P.T. Pires (UAN), e Gabriel Luís Miguel (UAN), é reconhecido com gratidão, assim como o de Cecile Wijnen e Melissa Aguirre.

Ao Governo de Angola, a equipa reconhece com gratidão o apoio institucional do Instituto Nacional de Recursos Hídricos (INRH) e do Gabinete para a Administração das Bacias Hidrográficas do Cunene, Cubango e Cuvelai (GABHIC), através das respetivas equipas: Manuel Quintino, Francisco Quipuco, Emmanuel Ferreira e Narciso Ambrósio (INRH); e Carolino Mendes, Carlos Andrade, Falco Kiowa e José Kapu (GABHIC), que também prestaram valiosas assistências no terreno, bem como o apoio institucional da Direção Nacional das Águas através de Elsa Ramos e António Quaresma, os valiosos comentários de Aleixandrina Pires, e o apoio de Guillermo Távora (Coordenador executivo do projecto PDISA2). Gostaríamos de reconhecer o apoio essencial recebido do Fundo de Apoio Social (FAS) durante missões de campo, passando por Santinho Figueira, Pedro Bell, Manuel Esteves, Vicente João, e as suas equipas alargadas. Estamos gratos pelas valiosas informações e assistência no campo, fornecidas pelo Ditutala Lucas Simão (Coordenador, Programa Nacional de Bovinocultura), bem como, pelas valiosas contribuições e comentários do Segundo Comandante José Horácio da Silva, pelo Director Adjunto Comandante Edson Fernando do Serviço Nacional de Proteção Civil e Bombeiros, e de Hermenegildo Keane dos Santos, Director Nacional de Hidráulica Agrícola e Engenharia Rural.

Dos parceiros de desenvolvimento, a equipa quer agradecer o Tomas Lopez de Bufala e Edson Monteiro, do Fundo das Nações Unidas para a Infância, pelas suas valiosas contribuições, informações sobre o sector da água em Angola; John Mendelsohn da RAISON pela sua base de dados de população digital do Sudoeste de Angola; bem como os seguintes colegas que forneceram contextos valiosos, informação e apoio: Allan Cain (Workshop de Desenvolvimento); Keita Sugimoto, Goeth Schroth e Henrik Larsen (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento); Mateo Tonini e Vitor Serrano (projecto de Fortalecimento de Segurança Alimentar e Nutricional e Resiliência [FRESAN]); e Yuzo Kitamoto e Yoshihiro Miyamoto (Japan International Cooperation Agency, JICA).

Do Banco Mundial, gostaríamos de agradecer aos revisores Erwin De Nys (Líder do Programa), Eileen Burke (Especialista em Gestão de Recursos Hídricos), Tesfaye Bekalu (Especialista Sénior em Água e Saneamento) e Tomas Lopez de Bufala (Chefe de WASH, UNICEF Angola) pelas suas valiosas informações, bem como reconhecer a orientação global de Maria Angélica Sotomayor Araujo (Practice Manager) e o apoio de Jean-Christophe Carret (Country Director), Olivier Lambert (Country Manager), Ana Maria Carvalho (Especialista em Operações Sénior), Benjamim Mutti, Jesus Lino e toda a Unidade de Gestão de Países, de Angola (CMU). Fayre Makeig e Solange Villamil forneceram um grande apoio editorial. Tradução para o português por Rita Nunes and Renêe Tavares da *Dream Yetu*, Soluções Corporativas Globais - Tradução e Interpretação, e suporte para revisões por Berta Macheve. Camilo Lombana Córdoba, Marco Antonio Aguero e Luís Alberto Andres foram fontes valiosas de conhecimento e apoio em Angola. Este trabalho foi financiado pela Global Water Security and Sanitation Partnership, com apoio adicional de financiamento da Water Expert Facility e do Korean Green Growth Trust Fund.

Por último, gostaríamos de agradecer a Lucrecio A. M. da Costa, Secretário de Estado das Águas (Ministério da Energia e Águas, MINEA), pelo seu constante apoio nesta área, e a Sua Excelência João Baptista Borges, Ministro da Energia e Águas, pelo seu pedido inicial para proceder a este estudo e pelos seus esforços para mudar a mentalidade do governo sobre a seca em Angola de reactiva para proactiva.

Siglas e Abreviações

ASA	Serviços de Aconselhamento e Análise
AEP	Probabilidade de Excedência Anual
CEB	Bacia do Cuvelai Etosha
CH/CHB	Área do Chingo (bacia)
DNA	Direcção Nacional das Águas
DEPI	Índice de probabilidade de excedência da seca
EPAS	Empresas Provinciais de Água e Saneamento
CE	Condutividade Eléctrica
ET	Evapotranspiração
Eta	Evapotranspiração Actual
FAO	Fundo das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
FAS	Fundo de Apoio Social
FG	Granito fresco
FGD	Discussão do Grupo de Foco
FRESAN	Fortalecimento da Resiliência e da Segurança Alimentar e Nutricional em Angola
GABHIC	Gabinete para Administração das Bacias Hidrográficas do Cunene, Cubango e Cuvelai
GAS	Grupos de Água e Saneamento
GB	Bacia do Giraul
GIS	Sistema de Informação Geográfica
GLEAM	Modelo de Amsterdão de Evaporação Global de Terras
GPS	Sistema de Posicionamento Global
IGRAC	Centro Internacional de Avaliação de Recursos Hídricos Da Unesco
IND	Indicador
INRH	Instituto Nacional de Recursos Hídricos de Angola
MAR	Recarga Gerida de Aquíferos (Managed Aquifer Recharge)
O&M	Operação e Manutenção
P	precipitação, chuva
PDNA	Avaliação de Necessidades Pós Desastre
Pnet	Chuva Líquida
SbSD	Barragem subterrânea
SD	Barragem de areia
SPEI	Precipitação Padronizada e Índice de Evapotranspiração
SPI	Standardized Precipitation Index / Índice de Precipitação Padronizada
TMPA	TRMM Análise de Precipitação Multisatélite

TRMM	Missão de Medição de Chuva Tropical
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
UNICEF	Fundo das Nações Unidas para a Infância
WASH	Abastecimento de Água, saneamento e higiene
OMS	Organização Mundial da Saúde



Sumário Executivo

Este estudo responde a um pedido de Sua Excelência, Ministro da Energia e Água de Angola, para ajudar o Governo de Angola a transitar de um modo de resposta reactiva para uma abordagem proactiva e resiliente face à seca e à insegurança hídrica no Sul de Angola. Assim, este primeiro relatório do Banco Mundial sobre a seca em Angola visa proporcionar uma abordagem prática e medidas concretas para apoiar o Governo de Angola na sua mudança de paradigma para a seca e a resiliência climática. Para dar uma visão clara do problema e das suas soluções, o relatório centra-se na compreensão das causas estruturais da vulnerabilidade do acesso à água em toda a região, informando a priorização dos investimentos e a seleção de soluções de abastecimento de água a nível comunitário, e proporcionando uma estratégia para que o sector da água construa resiliência às secas e à variabilidade climática, que também é suscetível de se intensificar com o aquecimento global.

Os efeitos da seca são modulados pelas acções das instituições e pelas suas políticas (ou falta delas), infra-estruturas adequadas e pelo grau da sua funcionalidade entre outros factores. O Sul de Angola, sofreu uma seca devastadora desde a época chuvosa 2012/2013 até à época chuvosa 2019/2020. A seca afectou principalmente as províncias do Cunene, Namibe e Huíla e em menor medida, Benguela e Cuando Cubango. Os impactos da longa e grave seca no Sul foram exacerbados pela degradação generalizada dos pontos de água e pela falta de infra-estruturas resilientes à seca.

Este estudo encontra quatro principais causas de vulnerabilidade à seca no Sul. Trata-se de (i) falta de *informação* sobre o estado dos pontos de extração de água e de conhecimento deficiente sobre o potencial dos recursos hídricos; (ii) investimentos insuficientes para garantir o acesso aos recursos hídricos a nível comunitário que resultam em falta de opções de abastecimento de água; (iii) a falta de mecanismos eficazes de reparação, manutenção e garantia da funcionalidade das infra-estruturas a nível comunitário; e (iv) capacidade institucional limitada a vários níveis para preparar, mitigar e responder às secas.

É necessária uma visão regional detalhada das prioridades. O Governo de Angola está a mobilizar fundos para intervenções de resposta a seca (incluindo novas barragens e transferências de água na zona Sul) com o apoio de vários doadores, mas falta uma visão espacial abrangente das necessidades específicas. Porque é que algumas zonas rurais são particularmente afectadas pela seca e onde estão localizadas? Que investimentos podem reduzir a sua vulnerabilidade à seca? Como podem ser priorizadas comunidades e investimentos?

É apresentada e posta em prática neste estudo uma abordagem baseada em dados para ajudar a priorizar os locais para intervenções a nível comunitário em toda a região do sul de Angola. Este estudo utiliza dados de satélite para caracterizar a seca meteorológica, e os dados do recenseamento (INE, 2014) para as 130 Comunas de cinco províncias; Huíla, Benguela, Namibe, Cunene e Cuando Cubango, para caracterizar

o acesso à água ao nível da Comuna. Três indicadores (medindo o grau em que a água não é fiável, insegura e requer uma transação financeira para acesso), em combinação com os dados da densidade populacional, permitiram a identificação de Comunas vulneráveis e expostas. O mapa resultante foi então sobreposto à distribuição espacial do risco de seca da região (com base num estudo da intensidade e duração da seca a partir de 2012), para identificar as Comunas prioritárias. Os comentários e contribuições dos parceiros locais e os dados recolhidos durante os inquéritos de campo foram utilizados para aperfeiçoar e validar a abordagem e as suas conclusões, e organizar uma lista prioritária de Comunas que exigem uma intervenção em toda a vasta região.

É apresentado um quadro para seleccionar investimentos adequados em recursos hídricos para cada comunidade, com base em informações hidrológicas, geomorfologia e hidrogeologia e missões de campo. Sempre que disponível, é dada prioridade ao desenvolvimento das águas subterrâneas, uma vez que é relativamente improvável que sejam afectadas pela seca, embora em muitas áreas, outras alternativas possam ser a única opção. Embora seja necessário um estudo hidrogeológico exaustivo para definir o potencial das águas subterrâneas em toda a região, este relatório apresenta uma avaliação de dois tipos de investimentos em recursos hídricos: (i) a captação de águas superficiais através de *chimpacas* e cisternas melhoradas, e (ii) barragens de areia e recarga de aquíferos de pequena escala.

Uma avaliação hidrológica e hidrogeológica da bacia do Cuvelai, na província do Cunene, confirmou que as águas superficiais representam o maior recurso disponível e que a sua captação pode ser expandida. O estudo recomenda o reforço do planeamento e concepção da infra-estrutura de captação de água, a construção de cisternas para consumo humano (mais pequenas e mais profundas do que as *chimpacas*, para reduzir as perdas por evaporação e a contaminação), e separar as *chimpacas* para o abastecimento de

água animal. Os custos das cisternas padrão (500 m³) e *chimpacas* (12.000 m³) são estimados em US\$ 32.000 e US\$ 160.000, respectivamente.

O potencial para barragens de areia e recarga de aquíferos geridos na província do Namibe foi avaliado e vários locais foram identificados e caracterizados nas bacias de Giraul, Chingo e Camucuio. As barragens de areia oferecem um abastecimento adicional de água que cobre, durante um mínimo de três meses a seis meses ou mais, uma população de pelo menos 500 pessoas com 500 vacas, 1.000 ovelhas, cabras e o potencial de apoio a pequenas hortas. As estimativas preliminares de custos variam entre US\$ 50.000 e US\$ 70.000 por cada barragem. É necessário um levantamento topográfico e geognóstico detalhado para finalizar os esboços das barragens, estando previsto para a próxima fase do estudo.

Para garantir uma maior segurança da água, especialmente durante as secas prolongadas, o potencial das águas subterrâneas deve ser explorado de forma aprofundada. Isto requer a recolha sistemática de informações sobre furos, características do aquífero, níveis de água subterrânea e qualidade das águas subterrâneas. Prevê-se que as águas subterrâneas médias e profundas (a profundidades entre 5 e 200 m) tenham um potencial limitado de desenvolvimento e utilização, e é necessário confirmar a presença de recursos hídricos profundos. Tendo em conta que as atuais taxas de recarga das águas subterrâneas são muito baixas, os recursos de águas subterrâneas profundas podem ter um potencial limitado a longo prazo.

Como pode angola construir resiliência à seca e segurança hídrica?

Os impactos da seca são modulados pelos sistemas em vigor. Os impactos da seca são uma expressão do grau de risco, que depende das vulnerabilidades moduladas por instituições, sistemas existentes e investimentos. O estudo concluiu que os impactos da seca foram particularmente severos devido à falta de (i) informação e

comunicação relativamente ao estado dos pontos de extração de água e dos recursos hídricos; (ii) acesso fiável à água devido a investimentos insuficientes a nível comunitário; e (iii) capacidade de reparar sistematicamente os pontos de água e preparar-se para as secas, desde o nível comunitário até aos níveis provinciais e nacionais. Assim, este estudo faz as seguintes recomendações:

- *Investir em informação e conhecimento.* Melhorar o sistema de informação relativamente aos pontos de água, reforçando a qualidade e a frequência da sua monitorização. A funcionalidade dos pontos de água no Sul de Angola é severamente dificultada pela falta de informação adequada sobre o estado das infra-estruturas e dos recursos hídricos. É necessário estabelecer mecanismos para actualizar a informação, partilhá-la e usá-la. É também necessário operacionalizar o Sistema de Informação do Sector da Água e Saneamento (SISAS) ligando-o a relatórios sistemáticos das administrações de campo, bem como a acções de reparação e manutenção. Melhorar o planeamento e concepção de infra-estruturas investindo no conhecimento dos recursos hídricos, estudos sobre águas subterrâneas e águas superficiais, do balanço hídrico, e mecanismos de monitorização contínuos. Envolver as universidades e partilhar dados.
- *Investir em infra-estruturas a nível comunitário.* Implementar um programa integrado de investimentos físicos para desenvolver e mobilizar recursos hídricos de forma fiável e sustentável para as comunidades rurais. Estes investimentos podem incluir poços de grande diâmetro, furos com bombas solares, tanques de armazenamento, torneiras, bebedoiros para gado, furos com uma pequena unidade dessalinizadora em locais-chave, furos profundos, barragens de escoamento de areia, *chimpanças* e cisternas, água a granel através de abastecimento canalizado, açudes antigos e reabilitação de pequenas barragens,

recarga de aquífero gerido e armazenamento de bacias hidrográficas. Tomar decisões com base em dados e estudos. Atualizar continuamente a priorização das comunidades vulneráveis com base na natureza dos investimentos e intervenções em curso dos parceiros.

- *Resiliência significa ter mais do que uma opção.* É essencial planear redundâncias e um tampão sob a forma de armazenamento. Plano com uma visão estratégica regional, focando-se nas comunidades, mas também nos corredores da transumância.
- *Investir em pessoas e instituições.* São necessários investimentos e recursos que garantam níveis mínimos de capacidade institucional a todos os níveis, para garantir a segurança da água na região e manter sistematicamente os sistemas de abastecimento de água. É essencial a capacitação institucional para estar preparado para secas e reduzir os impactos da seca tais como meios de subsistência devastados, vidas perdidas e crianças com crescimento atrofiado. Reforçar e aumentar o número de organizações de nível comunitário (isto é, Modelo de Gestão Comunitária da Água, MoGeCA) e a governação regional dos pontos de extração de água (por exemplo, habilitando um contexto favorável para o MoGeCA: suporte técnico para as comunidades e disponibilidade de peças sobressalentes). Reforçar as Empresas Provinciais de Água e Saneamento, bem como a capacidade de organizações de bacias como o Gabinete para a Administração das Bacias Hidrográficas do Cunene, Cubango e Cuvelai, e agências nacionais como a Direcção Nacional das Águas e o Instituto Nacional de Recursos Hídricos. Investir na formação e na profissionalização do sector privado (isto é, perfuração de boas práticas, estudos de geofísica).
- *Fortalecer as instituições governamentais.* Especificamente, é importante aumentar a capacidade de (i) recolher e gerir informações relevantes sobre o clima, a hidrologia e a

hidrogeologia; (ii) reforçar os mecanismos de informação em acção para os programas de preparação para a seca, de resposta à seca e formação associada; (iii) implementar e operacionalizar uma abordagem de monitorização contínua dos pontos de água e de outras infra-estruturas; (iv) operacionalizar os recursos hídricos e as bases de dados de infra-estruturas hídricas e os mecanismos de divulgação; (v) Desenvolver resiliência financeira e uma gestão orçamental eficiente a todos os níveis, a título de garantia da funcionalidade básica dos pontos de água e de outros serviços essenciais; (vi) Desenvolver uma visão estratégica para investimentos de armazenamento, combinando a utilização de barragens e reservatórios, aquíferos e armazenamento de bacias hidrográficas; (vii) integrar investimentos em infra-estruturas de planeamento de inundações e de infra-estruturas de controlo de inundações, com o objectivo de criar sinergias entre as opções de mitigação das inundações e de armazenamento; e (viii) desenvolver planos directores de bacias para as bacias costeiras do Namibe, bem como apoiar a actualização do Plano da Bacia do Rio Cunene, a fim de assegurar uma base baseada no conhecimento para todas as acções em curso.

Embora pudéssemos estimar que, com 200 milhões de dólares, a história da seca no Sul de Angola poderia ser reescrita, temos de compreender que a construção de infra-estruturas é apenas metade da solução. A outra metade, que representa o maior obstáculo à segurança hídrica e à resiliência climática em Angola, é a sua manutenção e operação: o reforço de sistemas e instituições aptos a cumprir os seus mandatos operacionais e o aumento da capacidade dos recursos humanos para servir a população.

O valor dos dados e a análise contínua

Este relatório é um passo em frente e prepara o palco para os próximos passos. Este estudo baseia-se em investimentos governamentais anteriores na recolha de dados, como o Censo Nacional (INE, 2014), destacando a importância de ter dados de qualidade para fazer análises bem informadas e decisões baseadas em evidências. Especificamente para a seca, baseia-se também na Avaliação pós-desastre das necessidades (PNUD, 2016), aprofundando a análise com muitas fontes adicionais de dados e observações de campo, e aumentando a resolução da análise do nível provincial para o nível da Comuna.

O diálogo contínuo de políticas do sector e o trabalho analítico com o Governo de Angola são essenciais para avançar e incluirão o seguinte: (i) uma análise das opções de monitorização sistemática dos pontos de água e dos mecanismos de informação no seio das hierarquias governamentais (isto é, alimentar o SISAS com informações periódicas que possam ser utilizadas para desencadear reparações e intervenções); (ii) uma análise mais aprofundada das ligações entre a gestão comunitária e a governação municipal e provincial, o orçamento para a manutenção e reparações e o papel do sector privado; (iii) os esforços com o objectivo de aumentar a disponibilidade e a acessibilidade da informação hidrogeológica em toda a região e de encontrar mecanismos de controlo sistemático; (iv) uma escala da caracterização dos investimentos a nível comunitário em toda a região; (v) um mapeamento da agricultura e uma compreensão mais profunda das dinâmicas transumânticas; e (vi) contribuições em curso para a formação e capacitação das agências governamentais, das universidades e do sector privado.



1 Introdução

Seca em Angola

O Sul de Angola sofreu uma seca severa desde a época de chuva fraca em 2012/2013 até à chegada da estação chuvosa de 2019, afectando as províncias do Cunene, Namibe e Huíla, e partes significativas de Benguela e Cuando Cubango. As chuvas esporádicas durante este período trouxeram algum alívio, mas não foram suficientes para iniciar uma recuperação. Algumas zonas do Sul de Angola, bem como outras partes do Sul de África, registaram a temporada mais seca em 35 anos em 2015/2016, um pico de gravidade ligado ao efeito El Niño.

De 2013 a 2016, entre 76% e 94% das populações das províncias do Namibe, Cunene e Cuando Cubango foram afectadas pela seca. De acordo com a Avaliação das Necessidades pós-Desastres (PDNA), realizada sob a supervisão do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), até 2016 a seca afectou 1.139.064 pessoas no Cunene, Huíla e Namibe. Deste total, metade estava no Cunene.

Os impactos económicos em todos os sectores são estimados em mais de 749 milhões de dólares nas três províncias mais afectadas, com o sector agrícola, pecuário e pescas a ser de longe o mais prejudicado. Para além das perdas directamente contabilizáveis, o PDNA reconhece uma tendência crescente de desnutrição, abandono familiar, violência doméstica, produção de carvão vegetal e desflorestação. O PDNA refere que cerca de 80% dos furos existentes não estiveram utilizáveis em 2016 devido à escassez de água e ao seu mau estado (cerca de 2.400 furos foram danificados) nas três províncias.

A seca no Sul de Angola é um problema antigo, com secas severas na década de 1990 e muito antes. Embora as secas continuem a ocorrer periodicamente na região, é provável que os efeitos do aquecimento global possam aumentar tanto a frequência como a magnitude das secas e inundações no futuro. Assim, é essencial criar resiliência climática, reforçando as instituições e projectando investimentos para a gestão tanto as inundações como as secas. Para isso, a consolidação de quadros integrados de gestão de recursos hídricos, planeamento integrado, informação sobre recursos hídricos e conhecimentos, bem como a sua utilização e atribuição multisectoriais são muito necessárias no caminho para navegar na insegurança da água.

Objectivos, público e abordagem

Os objectivos deste estudo são mapear e caracterizar as vulnerabilidades da seca nas comunidades do Sul de Angola, focando-se nas condições de acesso à água, e explorar a viabilidade de opções sustentáveis de abastecimento de água rural que melhorem a resiliência à seca destas comunidades. Ao abordar estes temas, o estudo está a apoiar o Governo de Angola nos seus esforços para desenvolver um programa de intervenções para reforçar a segurança da água no Sul de Angola. As informações aqui apresentadas ajudarão também o governo e os parceiros de desenvolvimento a coordenar melhor as acções de vários doadores no Sul do país, maximizando a eficiência da ajuda ao desenvolvimento.

Este relatório destina-se a profissionais de agências governamentais e organizações de desenvolvimento que estão a trabalhar para combater as vulnerabilidades e aumentar a resiliência à seca em Angola e não só.

O trabalho foi organizado em três fases, refletidas na sequência de capítulos deste relatório.

- Em *fevereiro de 2019 a Abril de 2019*, foi realizada uma investigação para caracterizar o risco da seca e analisar a exposição e vulnerabilidade das populações humanas na região Sul de Angola. Com base nesta avaliação, foram identificadas áreas prioritárias para o trabalho de acompanhamento.
- Em *Abril de 2019*, as conclusões da investigação baseadas em trabalho de gabinete, foram testadas e verificadas no terreno, através de viagens de campo e consultas com peritos locais e partes interessadas nas áreas prioritárias identificadas.
- Em *Julho de 2019, até ao início de 2020*, foram realizadas avaliações de diagnóstico e pré-viabilidade das opções de infra-estruturas para a segurança da água num conjunto de áreas prioritárias com elevado risco de seca.

Antecedentes do país

Angola é um país de variadas e belas paisagens, climas e ecozonas que cobrem 1,25 milhões de quilómetros quadrados (km²) e com uma população de cerca de 30 milhões de pessoas, das quais 8 milhões residem na capital, Luanda. Após a sua independência de Portugal em 1975 e uma longa guerra civil (1975–2002), foram feitos esforços para reparar e melhorar as infra-estruturas e fortalecer as instituições públicas. Com o petróleo que atingiu o seu pico entre 2010 e 2012, e cujos benefícios geraram desigualdades extremas, seguidos de uma quebra dos preços do petróleo em 2015, a economia de Angola continua altamente dependente das exportações de petróleo. No meio de problemas significativos de dívida e liquidez, Angola está a envidar esforços para diversificar a economia, tarefa

ainda mais difícil no actual contexto de recessão económica global devido à pandemia COVID-19.

Em termos de acesso à água e ao saneamento, estima-se que 62% da população angolana tenha acesso a uma fonte de água potável melhorada, e 70% a uma instalação de saneamento melhorada, mas existem grandes diferenças entre contextos urbanos e rurais e entre ricos e pobres.¹ Enquanto o acesso² básico a água potável nas zonas urbanas atinge 70% (90% para o saneamento), nas zonas rurais é em média inferior a 37% (27% para o saneamento). Para a população abaixo do nível mediano de riqueza e para os mais pobres, o acesso à água cai para 30% e 15% respectivamente (estes valores são de 33% e 9% para o saneamento). A cobertura da água potável tem tido poucas melhorias na primeira década (em parte devido ao crescimento populacional e à migração rural-urbana) e 6 milhões continuam a praticar a defecação a céu aberto. A principal causa de morte entre crianças com menos de cinco anos em Angola continuam a ser as doenças diarreicas. A taxa de raquitismo (“stunting”) nesta faixa etária é de 37,6%, com algumas províncias a atingirem um pico bem acima dos 40%.³

As províncias rurais do sul de Benguela, Namibe, Huíla, Cunene e Cuando Cubango ilustram muito bem as disparidades e desigualdades de acesso aos serviços no que diz respeito às zonas rurais e aos pobres. A região abriga uma série de paisagens desde o planalto de alta elevação da Huíla até ao seu sopé e as planícies do Cuvelai, as florestas do Cuando Cubango, o terreno acidentado no norte do Namibe, e os desertos a sul. Existem estradas melhoradas principalmente para ligar as capitais provinciais. Os meios de subsistência rurais da região dependem da pastorícia, com rotas de transumância sazonais; agricultura para consumo doméstico e vendas limitadas (principalmente agricultura de sequeiro, e parte dela irrigada quando perto de rios); bem como a pesca ao longo da costa. A região também goza da diversidade cultural de numerosos grupos etnolinguísticos, incluindo os Kuvale, Kwisi, Muhakaona, Himba, Mwila, Kuanhama, e muitos outros, que poderiam ser agrupados sob cinco principais comunidades: Herero, Nyanyeka-Humbe, Ganguela, Mbundu e Ambo, além do povo San e

do povo de descendência Europeia. Um excelente e expansivo retrato da terra e da vida no Namibe, Huíla e Cunene está disponível em Mendelsohn e Mendelsohn (2019).

A área de estudo

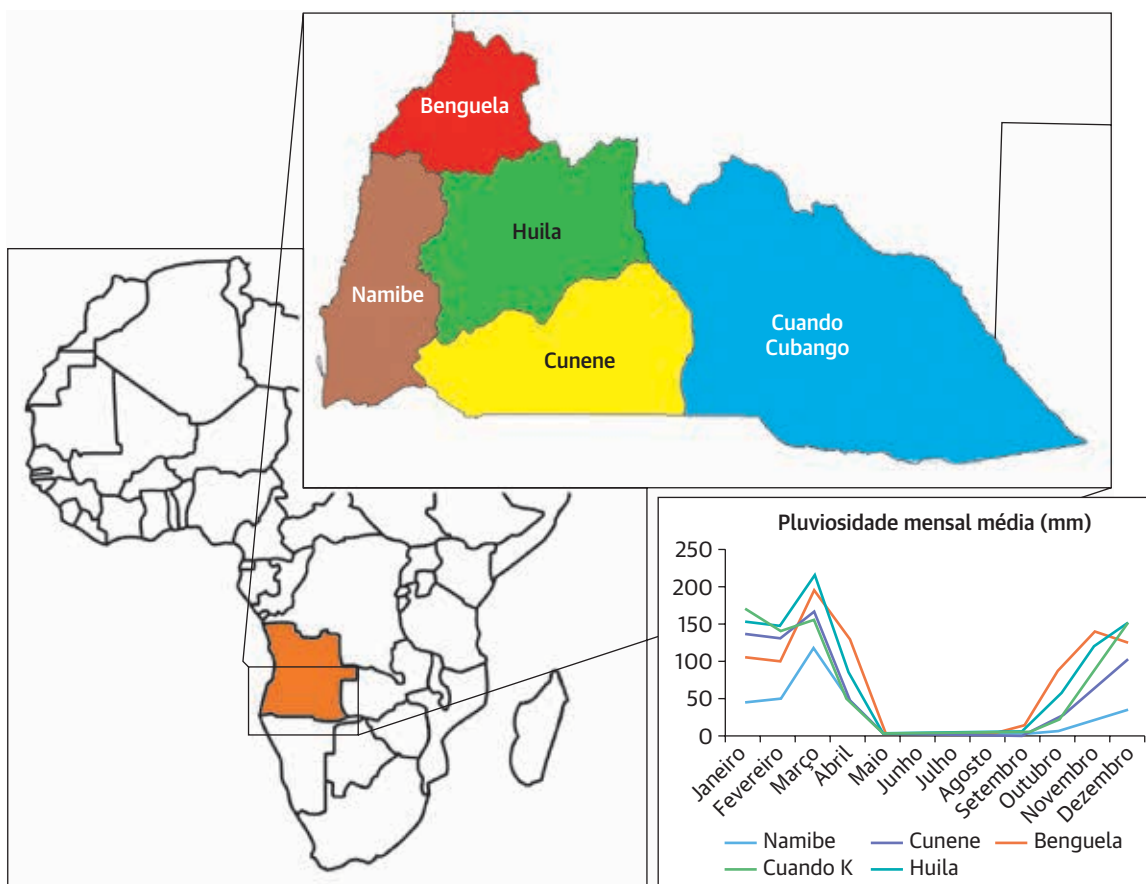
O estudo (um Serviço de Aconselhamento e Análise, abreviado ASA no BM devido as suas iniciais em inglês) abrange a parte sul-central de Angola, nomeadamente, as províncias de Benguela, Cunene, Huíla, Namibe e Cuando Cubango. É uma região grande e alongada de 11,5S a 17,5S e de 11,5E a 23,5E (ver mapa 1.1).

Esta área mostra menos desenvolvimento socio-económico do que as restantes partes de Angola;

é escassamente povoada com muitas comunidades rurais marginalizadas. As suas províncias têm uma população combinada de cerca de 6,5 milhões, a maioria da qual concentrada na Huíla e Benguela. A população rural é de cerca de 65% da população combinada.

Em termos de clima e paisagem, há também uma diferença entre o Sul e o resto do país. Estas províncias enquadram-se na zona agroecológica árida e semiárida de Angola que se caracteriza por deserto, erva savana e bosques. As temperaturas são mais suaves em média do que no resto de Angola (Huntley, 2019). Chove menos de 800 milímetros (mm) por ano em média, na maior parte do Sul, mas há partes da costa sul em que chove menos de 200 mm.

MAPA 1.1. As cinco províncias abrangidas por este estudo e a sua precipitação média mensal



Fonte: Precipitação média mensal calculada com base em dados da Missão de Medição de chuva Tropical (TRMM) Análise de Precipitação Multisatélite (TMPA).

Embora a precipitação total seja significativa em toda a região, há flutuações substanciais ao longo das estações e dos anos. Como mostra a Figura 1, alguma chuva cai no início de outubro e mais tarde no final da temporada em Março/Abril. Pelo meio, as maiores intensidades de precipitação podem ocorrer a qualquer momento, mas são mais frequentes de Janeiro a Março, especialmente em partes mais a sul. A variação anual é moderada em toda a região (os coeficientes de variação são frequentemente superiores a 50%), o que contribui para a imprevisibilidade da precipitação anual e dificulta a utilização das médias como uma referência fiável.

Notas

1. De acordo com as normas estabelecidas pelos Objectivos de Desenvolvimento do Milénio das Nações Unidas para 2015, fontes “melhoradas” de água potável são as que, por natureza do seu projecto e construção, têm o potencial de fornecer água segura, enquanto instalações “melhoradas” de saneamento são aquelas projectadas para separar higienicamente excretas do contacto humano.
2. Isto é, não “melhoradas”.
3. Um diagnóstico detalhado do sector da água em Angola pode ser encontrado nas referências (Lombana et al., 2020), cujas principais recomendações são investir mais, e mais sensatamente, no sector da WASH; reforçar a capacidade institucional e as abordagens participativas; e estabelecer sistemas de monitorização e recolha de dados para tomar boas decisões e construir resiliência.

FIGURA 1.1. Alguns factos sobre Angola

<p>Em média, apenas 36 por cento do orçamento anual do sector da água e saneamento é executado...</p> <p>O progresso no sector da água e saneamento está significativamente limitado por uma estrutura de governação centralizada e uma fraca capacidade institucional...</p> <p>62 por cento da população tem acesso a serviços de abastecimento de água potável...</p>	<p>Água</p> <p>...e os actuais níveis de despesa são inferiores a 25 por cento do montante necessário (como percentagem do PIB) para atingir as metas do desenvolvimento sustentável.</p> <p>...enquanto regulamentos nascentes e um quadro de fixação de tarifas mal implementado aumentam os desafios.</p> <p>...no entanto, a taxa de acesso aumentou apenas 4 por cento entre 2000 e 2017</p>
<p>70 por cento da população tem acesso a serviços de saneamento melhorados...</p>	<p>Saneamento</p> <p>...no entanto, 6 milhões de pessoas continuam a praticar a defecação ao ar livre.</p>
<p>Apenas 42 por cento dos Angolanos têm acesso a uma instalação de lavagem das mãos...</p>	<p>Higiene</p> <p>...muito abaixo da média de 59% para a África Subsaariana.</p>
<p>As crianças com acesso limitado aos serviços de água e saneamento são mais susceptíveis à desnutrição...</p>	<p>Saúde infantil</p> <p>...e mais de um terço de todas as crianças com menos de cinco anos em Angola são raquíticas, 5 por cento sofrem de definhamento e 19 por cento têm um peso inferior ao normal.</p>
<p>Os pobres estão desproporcionadamente em desvantagem em todos os indicadores...</p>	<p>Pobreza</p> <p>...47 por cento das famílias mais pobres dependem de águas superficiais e 82% praticam a defecação ao ar livre.</p>

Fonte: Lombana et al., 2020.



2 Caracterização do Risco da Seca no Sul de Angola

A região afectada pela recente seca no sul de Angola é muito grande, abrangendo cinco províncias. Este capítulo descreve a abordagem de métodos mistos adotada por este estudo para compreender as causas estruturais da vulnerabilidade à seca em toda a região, o perigo físico, a distribuição de impactos e, em última análise, onde estão as maiores necessidades e vulnerabilidades e como priorizá-las.

Começa com uma análise de dados do Censo Nacional de 2014, focando-se nos dados a nível da Comuna relacionados com variáveis estruturais que explicam a vulnerabilidade à seca. O capítulo contrasta então os resultados desta análise (de vulnerabilidade a um perigo potencial) com a caracterização da seca meteorológica, e os impactos observados no solo (da ocorrência de um evento de risco).

O resultado é uma lista de Comunas em risco, por ordem prioritária que pode orientar os decisores com uma visão regional de onde os investimentos podem ser priorizados para promover a resiliência à seca. Esta lista prioritária de todas as Comunas das cinco províncias pode ser usada como um roteiro baseado em evidências para direccionar as intervenções de resposta nesta região tão vasta.

Vulnerabilidade e exposição à seca na região

O objectivo dos esforços descritos neste capítulo é mapear e caracterizar as vulnerabilidades à seca da população humana na região, incluindo as condições de acesso ao abastecimento de água. Compreender as características estruturais da população da região no seu ambiente é fundamental para compreender a sua suscetibilidade a ameaças climáticas como as secas. Perante o mesmo perigo, uma comunidade pode ser resiliente, enquanto outra pode sofrer impactos importantes. Um grau elevado de vulnerabilidade à seca é um factor que constitui uma ameaça para os meios de subsistência e para satisfazer as necessidades mais básicas. Por outro lado, a exposição à seca pode derivar da distribuição da população (e dos patrimónios ou bens) que podem ser afectados por eventos de seca.

Dados e metodologia

Passo 1: Encontrar os mais vulneráveis

Vulnerabilidade é o estado que existe dentro de um sistema antes de enfrentar um perigo (Brooks, 2003). Define-se pelas condições estruturais do sistema. De acordo com a definição do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas

TABELA 2.1. Indicadores utilizados para caracterizar a sensibilidade e a vulnerabilidade à seca na região coberta pelo estudo do ponto de vista do abastecimento doméstico de água

<p>Indicadores da sensibilidade da Comuna à seca, refletindo as condições locais de abastecimento de água</p> <p>(Luetkemeier e Liehr, 2018)</p>	<p>IND1: Falta de fiabilidade das fontes de água</p>	<p><i>Principal fonte de água potável (%)</i>. Em linha com Luetkemeier e Liehr (2018), as alterações sazonais (húmida ou chuvosa /seca) das fontes de água potável indicam níveis de fiabilidade.</p> <p><i>Construção dos indicadores</i>: As famílias que dependem fortemente de fontes pouco fiáveis são altamente sensíveis a eventos de seca e sofrem efeitos de segunda ordem se não forem capazes de mudar para fontes mais fiáveis (Luetkemeier e Liehr, 2018). A partir desta premissa, Luetkemeier e Liehr (2018) estabelecem níveis de fiabilidade para diferentes tipos de fonte de água, analisando alterações sazonais (seca/chuvosa). As categorias do Recenseamento Nacional de Angola são muito semelhantes e fáceis de adaptar a esta metodologia. Em seguida, cada pontuação de nível de fiabilidade é multiplicada pela percentagem da Comuna que depende desse tipo de fonte de água e adicionada por Comuna.</p>
	<p>IND2: Insegurança das fontes de água</p>	<p><i>Principal fonte de água potável (%)</i>. Os dados do Recenseamento Nacional de Angola oferecem uma oportunidade de diferenciar os tipos de fontes de água seguras e inseguras (ou seja, de má qualidade).</p> <p><i>Construção dos indicadores</i>: As comunidades mais expostas a água de má qualidade, são mais suscetíveis de sofrerem impactos como doenças ou mesmo o aumento das taxas de mortalidade. Neste sentido, o recenseamento proporciona uma diferenciação entre tipos de fontes de água seguras e inseguras. Com base nesta classificação, cada fonte de água foi pontuada de acordo com o seu nível de segurança, com uma pontuação dicotómica de 1–0. Em seguida, cada pontuação é multiplicada pela percentagem da Comuna que depende desse tipo de fonte de água e adicionada por Comuna.</p>
	<p>IND3: Dependência financeira da água (até que ponto o acesso à água depende das transações iniciais)</p>	<p><i>Principal fonte de água potável (%)</i>. Tipos de origem que requerem entradas financeiras: furos e camiões-cisterna.</p> <p><i>Construção dos indicadores</i>: Existem dois tipos de fonte de água que podem estar relacionados com a dependência financeira: furos e camiões-cisterna.</p> <p>A funcionalidade dos furos é extremamente baixa em algumas áreas devido à incapacidade financeira ou técnica de efectuar reparações. Obviamente, esta situação tem um impacto na disponibilidade de água para os habitantes e para a transumância.</p> <p>Considerados como sendo uma fonte fiável quando ocorre uma seca, os camiões-cisterna podem implicar um efeito perverso, uma vez que normalmente dependem de uma transação económica direta. As comunidades normalmente recorrem a vendedores de água devido à falta de outras fontes de água acessíveis ou seguras. Alguns habitantes podem não ter capacidade financeira para comprar água, pelo que, eventualmente, poderão ser obrigados a adquiri-la a partir de fontes pouco saudáveis.</p> <p>Com base nisto, foi atribuída uma pontuação 0–1 dicotómica ao tipo de fontes, furos e camiões-cisterna classificados com 1 porque exigem contribuições económicas para que sejam úteis. Em seguida, cada pontuação é multiplicada pela percentagem da Comuna que depende desse tipo de fonte de água e adicionada por Comuna.</p>

(IPCC), a vulnerabilidade é a propensão ou predisposição de um indivíduo ou de grupo de indivíduos a ser afectado negativamente. Dentro deste paradigma, a vulnerabilidade pode ser definida, por sua vez, em função da sensibilidade e capacidade de resposta (Shahid e Behrawan, 2008; Luetkemeier e Liehr, 2018).

É necessário utilizar um conjunto de variáveis para caracterizar a vulnerabilidade à seca ao nível da Comuna¹ (ver a Tabela 2.1). Estas variáveis foram selecionadas com base em índices de sensibilidade relacionados com o acesso ao abastecimento de água definidos por Luetkemeier e Liehr (2018) e utilizando os dados exaustivos ao nível da Comuna

do Recenseamento Nacional de Angola (2014). Estes indicadores medem até que ponto as fontes de água não são fiáveis (IND1), inseguras (IND2), e exigem uma transação financeira para o acesso (IND3). Os detalhes do cálculo e a lógica subjacente à sua utilização estão mais elaborados na Tabela 2.1.

Foi também feita uma avaliação mais alargada da vulnerabilidade, utilizando todas as variáveis e indicadores descritos por Luetkemeier e Liehr (2018), mas os seus resultados não são tão focados na água para priorizar intervenções de acesso à água como as obtidas apenas com a combinação dos três indicadores utilizados para este relatório. Os resultados desta análise mais alargada utilizando 11 indicadores podem ser encontrados num estudo paralelo (Limonet et al., 2020).

Uma vez calculadas, as pontuações normalizadas dos três indicadores foram adicionadas para classificar as vulnerabilidades relativas de todas as Comunas das cinco províncias em estudo, em termos das suas condições de acesso à água.

Passo 2: Consideração da população vulnerável exposta

Para além de visar as zonas mais vulneráveis de acordo com estes três indicadores, as intervenções a conceber como resultado deste estudo devem beneficiar o máximo de população. Identificar áreas densamente povoadas dentro das Comunas reconhecidas como mais vulneráveis adiciona outra camada de informação útil e pode ser utilizada como um indicador da exposição à seca. Por conseguinte, é válido considerar um duplo benefício deste rastreio populacional: a solução implementada teria um impacto num número significativo de pessoas e, ao mesmo tempo, seriam também visadas as zonas mais expostas.

Para este exercício, é utilizado um raio de 5 km para que as pessoas possam beneficiar de qualquer infra-estrutura que deva ser implementada (para a DNA e OMS o critério é 2km), assumindo assim uma área de impacto de cerca de 78 km² por investimento em infra-estruturas. Se a densidade populacional fosse considerada homogénea, o que

raramente acontece, seria necessário um mínimo de 6,5 habitantes/km² para atingir pelo menos 500 habitantes no raio de cobertura da infra-estrutura construída.

Consequentemente, na lista de Comunas selecionadas por província, escolhidas por mostrarem pontuações elevadas na soma dos indicadores normalizados (IND1, IND2, e IND3), todas as Comunas que não atingem os 6,5 habitantes/km² de densidade populacional foram destacadas para serem analisadas mais aprofundadamente. Para cada uma das Comunas destacadas dentro do Namibe, Cunene e Huíla, a grelha populacional de alta resolução de Mendelsohn e Mendelsohn (2018) tem sido utilizada para procurar aglomerados populacionais que possam merecer uma intervenção porque são pontos de alta exposição, mesmo que a densidade populacional média na Comuna seja inferior ao nosso limiar estabelecido. Infelizmente, essas informações espaciais ainda não estão disponíveis para Benguela e Cuando Cubango.

Principais resultados

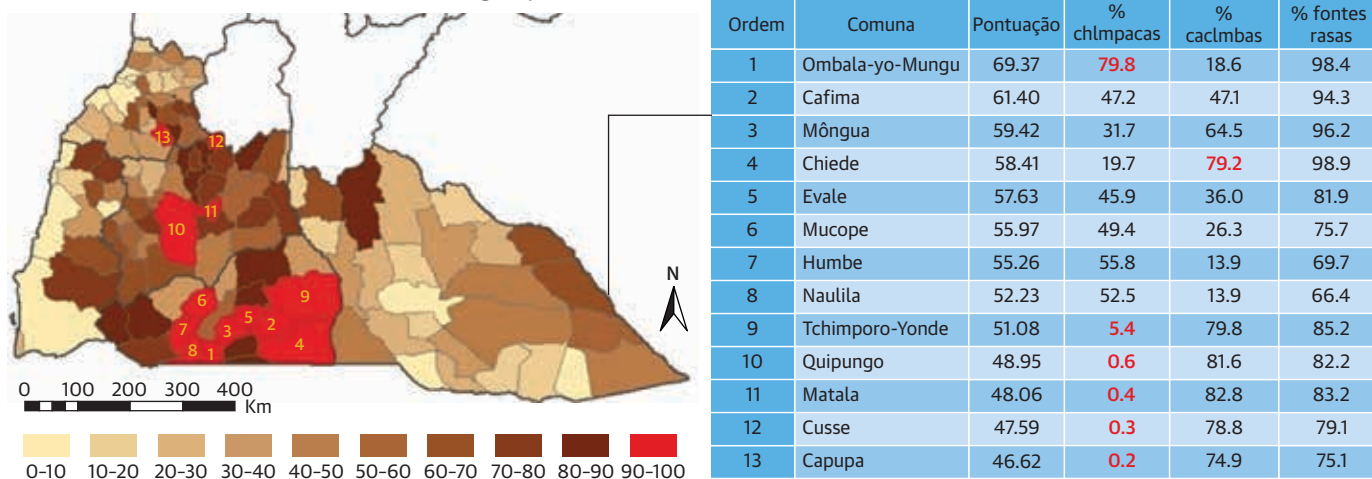
A Figura 2.1, Figura 2.2 e Figura 2.3 mostram os resultados da aplicação dos três indicadores em toda a região, antes de se obter a média das suas pontuações normalizadas para obter uma lista final das comunas com base nas suas condições de acesso à água.

A Tabela 2.2 classifica as comunas por ordem de vulnerabilidade, utilizando a metodologia acima descrita e a combinação dos três indicadores. Com base na Tabela, podemos gerar uma lista inicial de comunas prioritárias por província. As comunas que não atingem o limite de densidade populacional explicado no parágrafo anterior são destacadas a vermelho, tanto na lista como na Tabela:

- **Prioridades de Benguela:** Kapupa, Wyiagombe, Lambala, Passe, Cayavi.
- **Prioridades do Namibe:** Lucira, Camacuiu, Caitou, **Chinquite**, **Cahinde**, **Chingo**.

FIGURA 2.1. Pontuações e percentil das Comunas para o Indicador 1: Falta de fiabilidade da fonte de água.

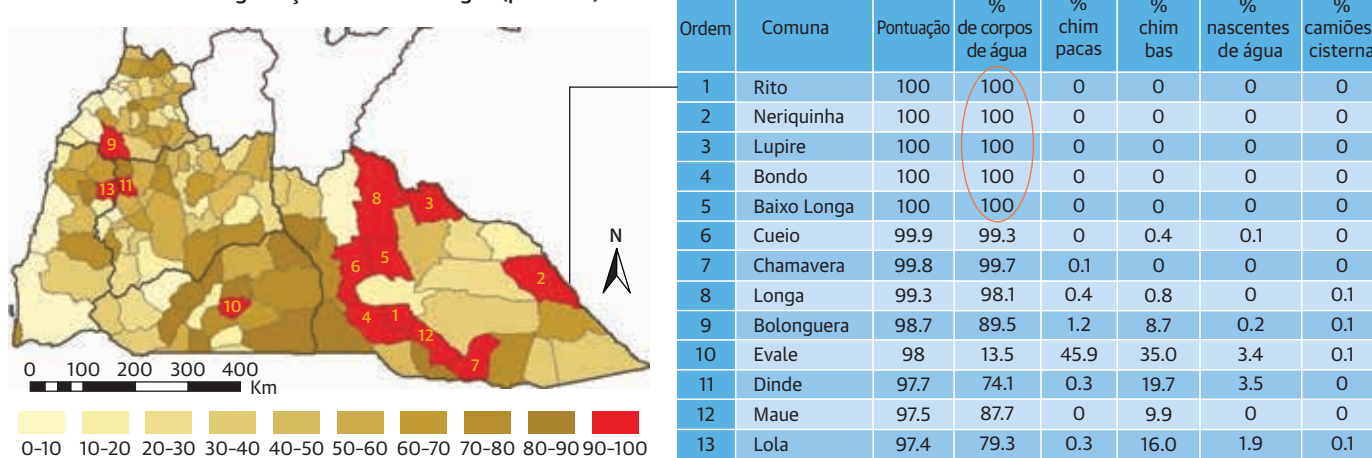
Indicador de falta de fiabilidade das fontes de água (percentil)



Nota: As cores das Comunas indicam o percentil de pontuação, com as 13 Comunas listadas no percentil superior para a falta de fiabilidade.

FIGURA 2.2. Pontuações comunitárias e percentil para o Indicador 2: Falta de segurança da fonte de água

Indicador de falta de segurança das fontes de água (percentil)



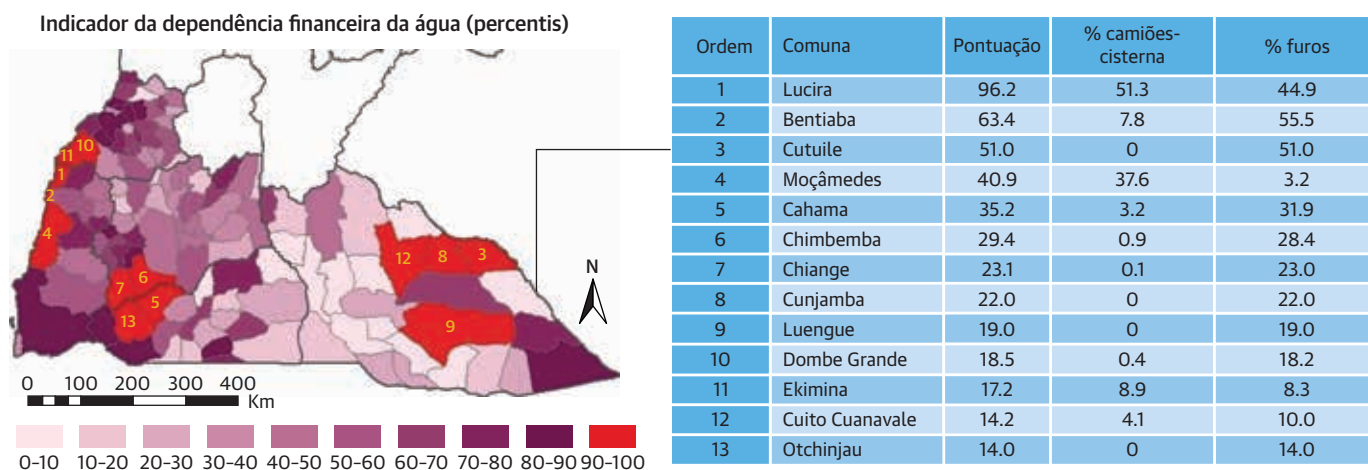
Nota: As cores das Comunas indicam o percentil de pontuação, com as 13 Comunas listadas no percentil superior da insegurança.

- **Prioridades da Huíla:** Tchipungo, Chimbemba, Chiange, Kapunda Kivilongo, Jau, Kusse, Cutenda, Uaba, Kalukembe, Kalepi.
- **Prioridades do Cunene:** Mongua, Evale, Kafima, Ombala yo Mungu, Humbe, Mukope, Oximolo, Shiede, Naulila, Onkokwa, Otchinjau.

- **Prioridades do Cuando Cubango:** Kutuile, Neriquinha, Luengue, Rivungo, Kuito Kuanavale.

O Mapa 2.1 mostra as Comunas com densidades mais baixas, que foram destacadas a vermelho na lista das áreas prioritárias para as províncias

FIGURA 2.3. Pontuação comunitária e percentis para o Indicador 3: Dependência financeira da água



Nota: As cores das Comunas indicam o percentil de pontuação, com as 13 Comunas alistadas no percentil mais alto da dependência financeira.

TABELA 2.2. Classificação das Comunas das cinco províncias estudadas com base na sua vulnerabilidade à seca

Classificação das pontuações da vulnerabilidade à seca	Comuna	Província	População	Densidade populacional	Classificação das pontuações da vulnerabilidade à seca	Comuna	Província	População	Densidade populacional
2	Ombala yo Mungu	Cunene	59,331	30,56	67	Kuvati	Cunene	3,774	0,82
3	Kafima	Cunene	50,229	14,43	68	Kuvango	Huíla	36,317	8,71
4	Evale	Cunene	55,386	26,95	69	Kunjamba	Cuando Cub.	1,064	0,16
5	Shiede	Cunene	55,747	5,74	70	Chíla	Benguela	17,666	12,69
6	Humbe	Cunene	35,985	12,57	71	Chikuma	Benguela	44,762	47,98
7	Mongua	Cunene	75,811	30,47	72	Bondo	Cuando Cub.	1,868	0,29
8	Mukope	Cunene	78,225	26,12	73	Kaiundo	Cuando Cubango	14,665	2,41
9	Kutuile	Cuando Cub.	2,334	0,35	74	Kanjala	Benguela	13,684	9,73
10	Oximolo	Cunene	5,189	0,49	75	Kalonga	Cunene	8,619	4,16
11	Tchipungo	Huíla	56,657	5,83	76	Longa	Cuando Cub.	15,104	1,07
12	Naulila	Cunene	60,854	29,07	77	Kueio	Cuando Cub.	4,247	0,66
13	Otchinjau	Cunene	29,296	5,62	78	Lupire	Cuando Cub.	1,600	0,26

a tabela continua na página seguinte

TABELA 2.2. Continuação

Classificação das pontuações da vulnerabilidade à seca					Classificação das pontuações da vulnerabilidade à seca				
	Comuna	Província	População	Densidade populacional		Comuna	Província	População	Densidade populacional
14	Onkokwa	Cunene	17,923	4,93	79	Baixo Longa	Cuando Cub.	1,352	0,25
15	Kapupa	Benguela	63,440	54,60	80	Rito	Cuando Cub.	906	0,34
16	Mupa	Cunene	20,681	9,42	81	Xa-mavera	Cuando Cub.	4,975	0,88
17	Wyiagombe	Benguela	16,983	36,88	82	Cavimbe	Benguela	30,788	26,59
18	Chitado	Cunene	23,163	5,52	83	Matala	Huíla	141,159	99,19
19	Chimbemba	Huíla	38,839	8,89	84	Munhino	Namibe	14,316	3,68
20	Kuvelai	Cunene	24,324	3,68	85	Dongo	Huíla	43,756	10,02
21	Lambala	Benguela	51,147	64,56	86	Impulo	Huíla	15,721	13,54
22	Chiange	Huíla	40,623	10,70	87	Kihita	Huíla	24,817	20,88
23	Neriquinha	Cuando Cub.	1,331	0,14	88	Chibia	Huíla	74,331	53,72
24	Caitou	Namibe	10,486	6,92	89	Babaera	Benguela	27,044	46,32
25	Kapunda Kavilongo	Huíla	66,337	44,14	90	kalai	Cuando Cub.	20,091	6,13
26	Jau	Huíla	25,186	21,70	91	Cacula	Huíla	34,429	45,77
27	Kusse	Huíla	46,725	53,69	92	Chinguanja	Cuando Cub.	3,612	0,90
28	Camacuio	Namibe	41,449	17,83	93	Kanhamela	Benguela	19,754	32,61
29	Chinquite	Namibe	5,407	1,96	94	Baia dos Tigres	Namibe	3,170	4,19
30	Cutenda	Huíla	40,847	16,19	95	Kilengue	Huíla	39,511	10,93
31	Cahinde	Namibe	17,348	3,19	96	Kuchi	Cuando Cub.	20,361	3,67
32	Luengue	Cuando Cub.	3,547	0,18	97	Cubal	Benguela	166,783	128,66
33	Uaba	Huíla	37,953	45,87	98	Bocoio	Benguela	63,438	54,71
34	Kalukembe	Huíla	96,099	83,41	99	Ebanga	Benguela	23,984	24,52
35	Namakunde	Cunene	86,299	70,63	100	Chingo	Namibe	3,493	1,42
36	Rivungo	Cuando Cub.	15,115	1,96	101	Chingongo	Benguela	20,619	37,26
37	Bentiaba	Namibe	8,952	23,65	102	Dirico	Cuando Cub.	12,620	1,64
38	Passe	Benguela	14,846	18,89	103	Jamba	Huíla	35,023	10,82
39	Kalepi	Huíla	30,700	54,78	104	Chindumbo	Benguela	26,374	35,38
40	Cayavi	Benguela	3,101	7,86	105	Ganda	Benguela	93,609	116,34
41	Dinde	Huíla	20,102	16,35	106	Egito-Praia	Benguela	13,198	13,64
42	Chicomba	Huíla	28,939	17,99	107	Vikungo	Huíla	7,989	6,25
43	Virei	Namibe	15,097	1,49	108	Humpata	Huíla	35,688	32,34

a tabela continua na página seguinte

TABELA 2.2. Continuação

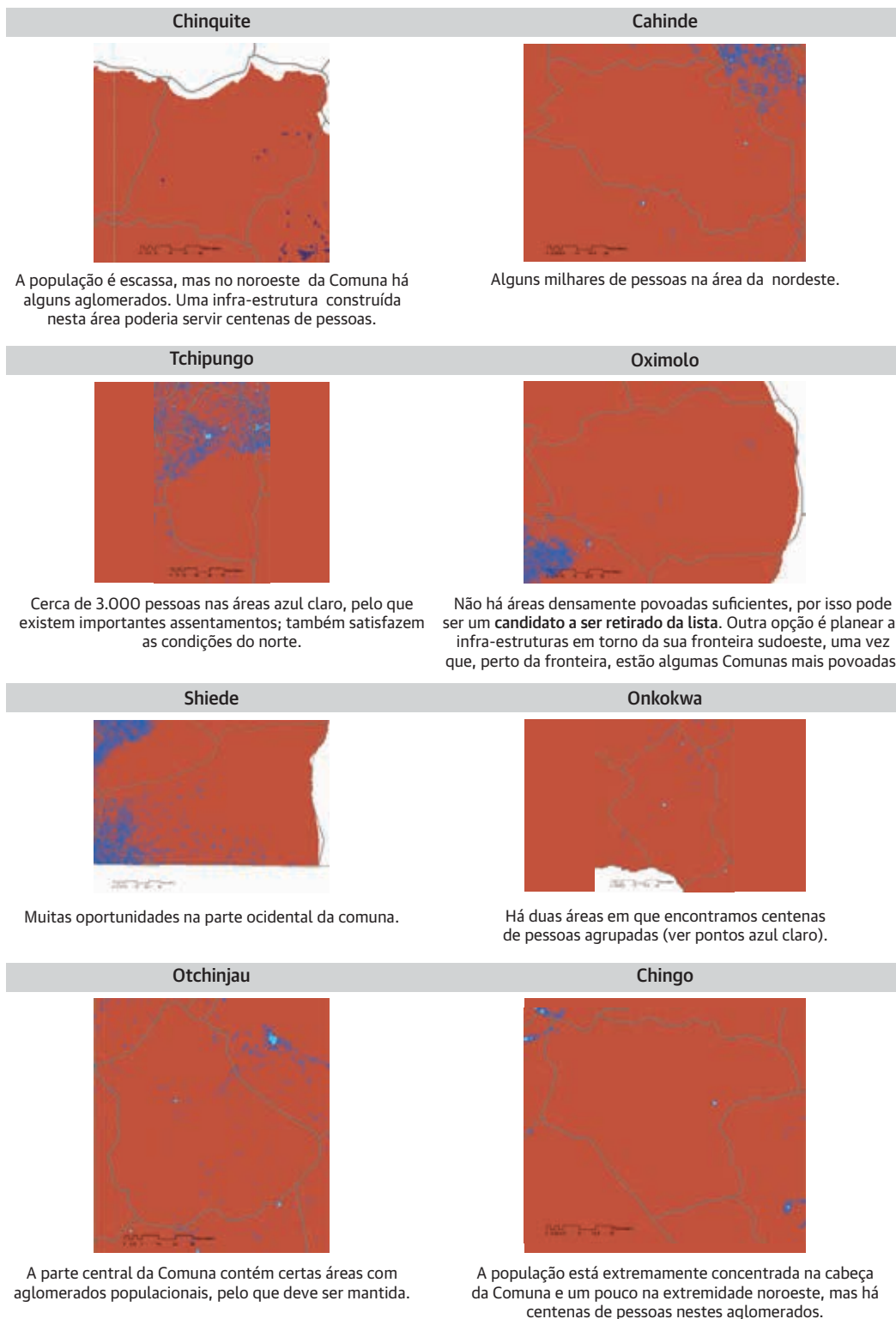
Classificação das pontuações da vulnerabilidade à seca	Comuna	Província	População	Densidade populacional	Classificação das pontuações da vulnerabilidade à seca	Comuna	Província	População	Densidade populacional
44	Hoque	Huíla	64,475	38,23	109	Namibe	Namibe	272,598	39,94
45	Onjiva	Cunene	18,7914	89,60	110	Xangongo	Cunene	70,568	27,32
46	Gungue	Huíla	23,457	12,21	111	Chongoroi	Benguela	67,539	24,17
47	Kahama	Cunene	40,766	8,65	112	Menongue	Cuando Cub.	292,533	26,83
48	Katengue	Benguela	15,347	11,94	113	Kaimbambo	Benguela	35,654	53,21
49	Kuito Kuanavale	Cuando Cub.	22,774	2,22	114	Mavinga	Cuando Cub.	20,251	1,63
50	Lola	Namibe	14,286	8,80	115	Kutato	Cuando Cub.	15,031	6,59
51	Galangue	Huíla	34,238	9,60	116	Monte Belo	Benguela	37,947	33,26
52	Quendo	Benguela	24,262	23,34	117	Ekimina	Benguela	1,752	1,12
53	Kapelongo	Huíla	49,447	21,34	118	Cuangar	Cuando Cub.	13,300	3,11
54	Savate	Cuando Cub.	13,291	1,56	119	Dombe Grande	Benguela	41,434	14,24
55	Kassinga	Huíla	26,310	6,21	120	Lubango	Huíla	581,180	752,43
56	Bambi	Huíla	14,760	11,28	121	Mucusso	Cuando Cub.	3,602	0,68
57	Mulondo	Huíla	24,822	4,70	122	Bibala	Namibe	25,416	20,78
58	Huíla	Huíla	60,278	102,16	123	Balombo	Benguela	47,806	34,96
59	Bolonguela	Benguela	9,726	3,03	124	Nancova	Cuando Cub.	1,890	0,25
60	Kaseke	Benguela	46,087	33,18	125	Biopio	Benguela	5,488	21,42
61	Chipindo	Huíla	33,153	13,21	126	Baia Farta	Benguela	61,572	47,15
62	Ngola	Huíla	53,132	23,74	127	Lobito	Benguela	366,198	598,36
63	Luíana	Cuando Cub.	8,010	0,62	128	Tombua	Namibe	52,324	3,02
64	Kalahanga	Benguela	3,082	2,84	129	Benguela	Benguela	561,775	236,98
65	Maue	Cuando Cub.	831	0,17	130	Katumbela	Benguela	95,034	289,38

Nota: As Comunas com reduzida população total e densidade estão realçadas a vermelho. A classificação é de acordo com os valores normalizados de três indicadores de vulnerabilidade; IND1, IND2 e IND3 para cada Comuna, tal como definido por Luetkemeier e Liehr (2018).

do Namibe, Cunene e Huíla. As células em azul-escuro são locais com mais de 30 pessoas/km², enquanto as células em azul claro assinalam as áreas com mais de 200 pessoas/km². A parte de cada Comuna com uma densidade inferior a 30 pessoas/km² é mostrada a vermelho.

De acordo com o controlo visual da população, apenas Oximolo no Cunene poderia ser questionado e retirado da lista preliminar de prioridades, uma vez que em qualquer caso existem outras partes desta província com elevados níveis de vulnerabilidade.

MAPA 2.1. Mapas de distribuição populacional que mostram as Comunas do Cunene, Huíla, e Namibe com menor densidade populacional. Dados de população de Mendelsohn e Mendelsohn (2019)



Como mencionado anteriormente, estas grelhas populacionais não estão disponíveis para Benguela e Cuando Cubango. No primeiro caso, isto acabou por não ser um problema, uma vez que se trata de uma província densamente povoada e nenhuma das Comunas selecionadas ficou abaixo do limiar estabelecido. Para o Cuando Cubango, com uma baixa densidade populacional inferior a 6,5 pessoas/km², as cinco Comunas da lista podem ser mantidas provisoriamente, enquanto se aguarda um trabalho de acompanhamento mais exaustivo utilizando imagens de satélite para mapear a agricultura no contexto do trabalho de acompanhamento.

Caracterização da seca e impactos hidrológicos diretos

Esta parte do estudo visa proporcionar uma compreensão global da dinâmica da disponibilidade de água na região e descrever a evolução dessas dinâmicas desde 2012 até à data da conclusão desta ASA. Para esse período, analisa-se a progressão do risco de seca meteorológica e dos rendimentos mensais.

Dados e metodologia

Para caracterizar a seca meteorológica nos últimos anos e compreender a sua influência em toda a região, foi calculado um índice de seca usando dados de precipitação estimados por satélite. É essencial determinar onde a seca atingiu recentemente com intensidade e duração significativas e onde o fenómeno está a tornar-se cada vez mais ameaçador. Quantificar a seca meteorológica também fornece conhecimentos sobre os papéis relativos da anomalia da chuva (dependente da natureza, fora do nosso alcance) e as vulnerabilidades estruturais de acesso à água (dependentes de infra-estruturas, ao nosso alcance), para modular a gravidade dos impactos observados no solo.

O Índice de Probabilidade de Excedência da Seca (DEPI) é utilizado para esta análise. Este índice é uma modificação do Índice Padronizado da Seca de Chuva (índice standardisé de sécheresse

pluviométrique, ISSP; ver Pita [2000] para saber mais sobre a formulação do índice). O DEPI é um índice baseado no cálculo das anomalias cumulativas mensais de precipitação, de forma semelhante ao Índice de Precipitação Padronizado (SPI) de McKee et al. (1995) ou o Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index (SPEI) (Vicente-Serrano, Beguería, e López-Moreno, 2010). No entanto, neste caso, cada pontuação mensal do DEPI representa a probabilidade empírica de ultrapassar o nível de seca sofrido nesse mês, pelo que os baixos valores de DEPI descrevem uma seca mais severa (um valor de 0,5 é representativo da anomalia cumulativa normal; abaixo desse nível é considerada seca).

Uma vez que as estações de precipitação são atualmente escassas na região e os seus registos não são contínuos, as estimativas de precipitação por satélite constituem uma boa alternativa, sendo periódicas e espacialmente contínuas. Consequentemente, as estimativas de precipitação por satélite da Análise da Precipitação por Vários Satélites (TMPA) que estão disponíveis gratuitamente online a partir da Missão de Medição de Precipitação Tropical (TRMM) foram utilizadas como dados de entrada. Os dados TMPA foram selecionado porque têm um desempenho preciso no Sul de Angola (Pombo, Oliveira e Mendes, 2015). O DEPI foi aplicado aos valores mensais do TMPA de Janeiro de 1998 a Janeiro de 2019 para os 21 pontos distribuídos por toda a região que aparecem na Figura 2. A evolução do DEPI de 2012 a 2019 foi analisada em pormenor em todos os pontos.²

Para compreender a evolução da disponibilidade de água durante este período, a precipitação mensal menos a evapotranspiração real (P-ETa) foi calculada numa resolução espacial média (0,25°, ~25km) em toda a região. Estudos diferentes consideram o resultado de P-Eta como um proxy simples e fiável para o rendimento ou o escoamento produzido por área de bacia hidrográfica (Guerschman et al., 2008; Weiss, 2009).

Foram igualmente obtidos dados reais de evapotranspiração a partir de estimativas por satélite, nomeadamente os conjuntos de dados mensais

de evapotranspiração (ETa) do GLEAM (Global Land Evaporation Amsterdam Model; <https://www.gleam.eu>), disponíveis de 2013 até ao presente.

A série mensal P-ETa de Janeiro de 2003 a Janeiro de 2019 foi obtida para todos os píxeis da região, e algumas estatísticas foram calculadas para compreender os regimes normais (não secas) e o que é diferente nos regimes mais recentes de 2012 a 2019. Estes resultados destinam-se a confirmar as zonas que registam défices significativos na disponibilidade de água.

Principais resultados

A aplicação do índice de seca do DEPI à série mensal de precipitação do TMPA confirma que as cinco províncias sofreram uma seca meteorológica moderada a severa entre 2012 e 2019, mas com diferenças na evolução temporal e intensidade do fenómeno em todo o território (ver Figura 2.4).

- A parte sul de Benguela tem estado em situação de seca desde 2012, enquanto o nordeste da província a apenas sofreu nos últimos dois anos da série analisada. Em geral, o fenómeno foi progressivamente mais intenso nesta província.
- Toda província da Huíla e do Cunene registaram um aumento progressivo das condições de seca que começou lentamente em 2013 e que se tornou extremamente intensa a partir de 2016, época a partir da qual todas as estações chuvosas consecutivas foram anormalmente secas até ao final do ano de 2019.
- As terras altas do Namibe, que correspondem à parte oriental da província, registaram uma seca gradualmente intensificada a partir de 2012, com uma evolução relativamente paralela à da seca na Huíla ou no Cunene, enquanto nas zonas costeiras, a metade ocidental, as condições de seca ocorreram intermitentemente ao longo desse período. Além disso, o fenómeno tornou-se cada vez mais intenso nas terras altas orientais, enquanto a costa parece estar a recuperar.

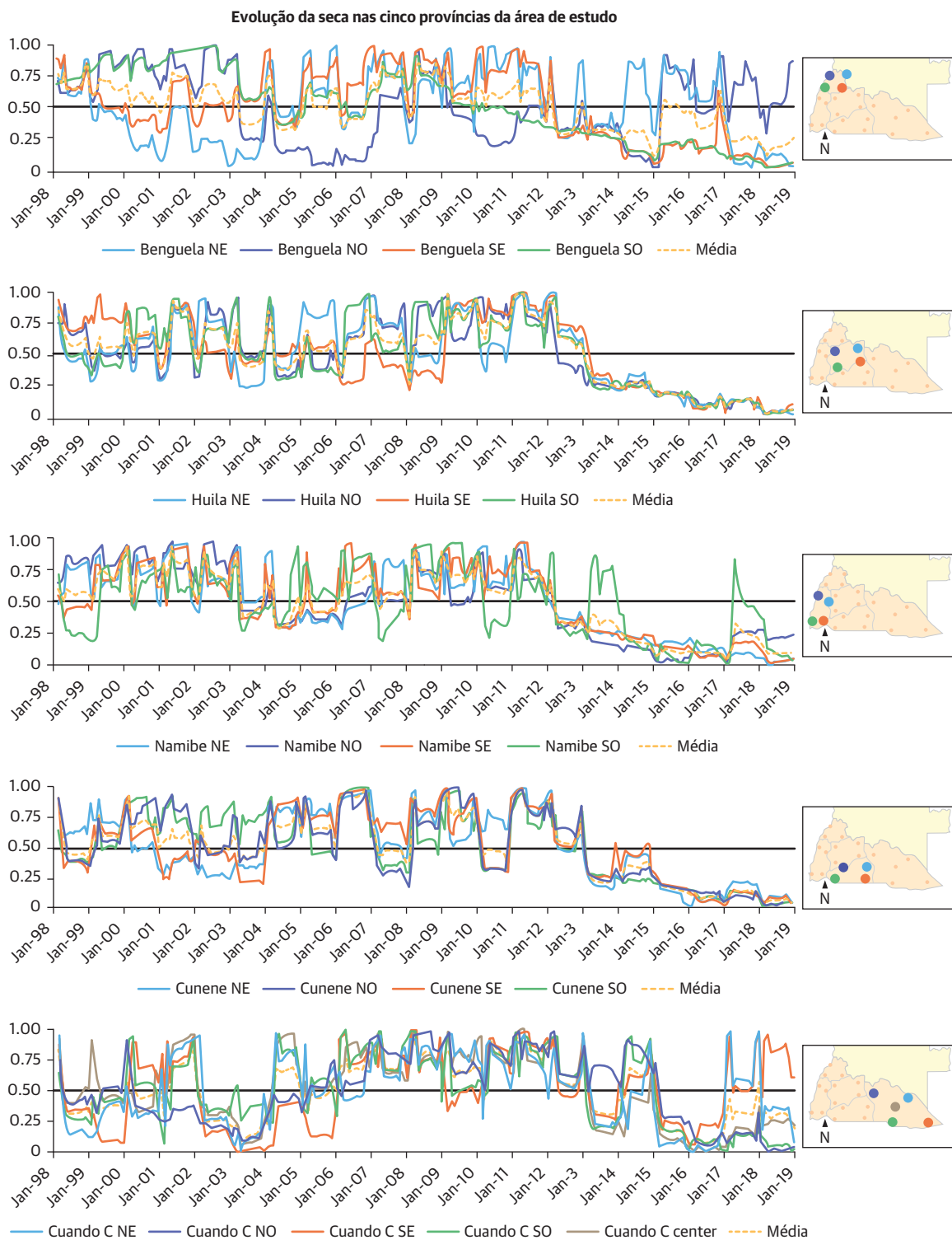
- Por último, o Cuando Cubango enfrentou mais intermitências do que o resto da região, mas regista défices curtos a partir de 2013. Em 2015, iniciou-se uma seca mais contínua em toda a província, mas a parte oriental tem vindo a recuperar constantemente desde 2017, enquanto a parte ocidental tem sofrido um défice de precipitação semelhante ao das províncias vizinhas.

Tudo isto prova que a parte central da região foi atingida de forma mais intensa e contínua pela seca e, além disso, na sua maior parte o défice continuou a acumular-se até ao final do período coberto pelo estudo. Assim, a intensidade do evento cresceu gradualmente ao longo do período coberto pelo estudo. Esta conclusão justifica que este se foque principalmente no núcleo central da região para avaliar os impactos da seca a partir de 2012 e propor investimentos: as províncias da Huíla e do Cunene, a parte ocidental do Cuando Cubango, o sul de Benguela, e a parte oriental do Namibe.

Por outro lado, o cálculo da precipitação mensal, menos a evapotranspiração real (P-ETa) aponta para a mesma área geográfica problemática: o núcleo central da região sul; Não só esta área é mais afectada pela seca meteorológica de 2012 a 2019, como está entre as que têm os valores mais baixos de escoamento produzido por unidade de bacia hidrográfica em condições normais (ver Figura 2.5); também registou reduções relativamente mais significativas nos rendimentos hidrológicos durante o período coberto pelo estudo (ver Figura 2.6).

As maiores anomalias negativas nos rendimentos durante os anos 2012–2019 concentram-se nos meses húmidos, que são os únicos em que a produção de escoamento é possível na maior parte da região (de acordo com a Figura 2.5) especialmente de Dezembro a Março. Mais uma vez, estes défices são particularmente substanciais e contínuos no núcleo central da região: toda a província da Huíla e do Cunene e as metades adjacentes das outras províncias. Estas áreas registaram um défice médio acima de 20 mm de

FIGURA 2.4. Gráficos temporais que retratam a evolução do Índice de Probabilidade de Excedência da Seca (DEPI) em 21 pontos da região, e as médias provinciais



Nota: Os valores entre 0,5 e 0 indicam seca, mais intensa à medida que os valores do DEPI diminuem.

rendimento por mês nas estações chuvosas de 2012–2019 (Figura 2.6) o que teve um impacto significativo na disponibilidade de água.

Esta análise destaca a área que viveu as piores condições hidrometeorológicas durante a última seca. Representa a magnitude física do perigo, e proporciona uma sensação de exposição sentida pelas Comunas afectadas.

Impactos esperados: sobreposição das condições de vulnerabilidade e da gravidade do evento de seca

Sobrepondo o risco de seca, a exposição, e as análises de vulnerabilidade das comunidades feitas nas secções anteriores, é possível identificar as zonas vulneráveis com um maior nível de risco de seca para o período 2012–2019. Ao fazê-lo, várias Comunas surgem como tendo a maior prioridade em termos de risco de seca. Estas Comunas constituem o núcleo geográfico da região afectada pela seca.

FIGURA 2.5. Precipitação média mensal menos evapotranspiração real na região para 1994–2019

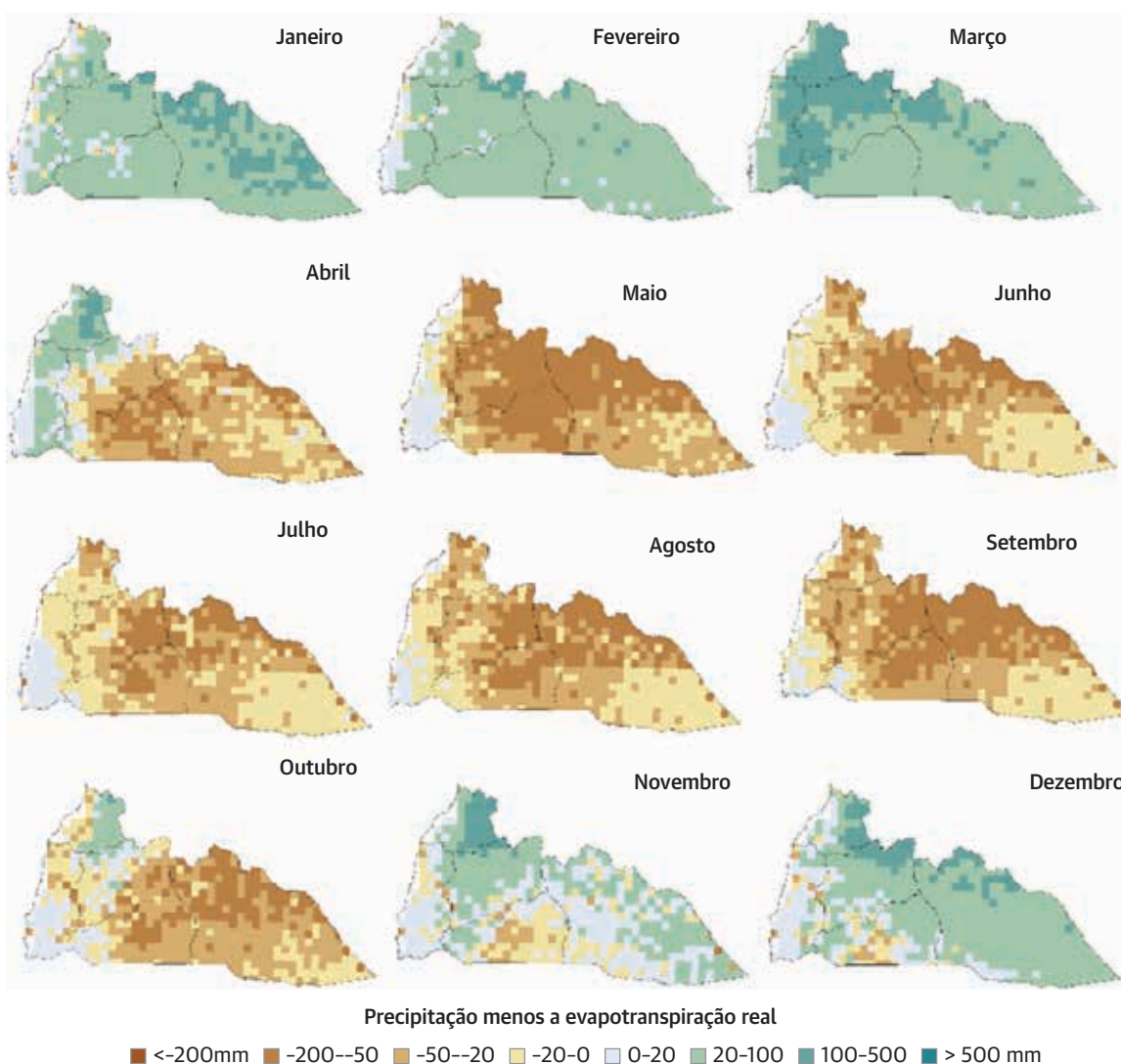
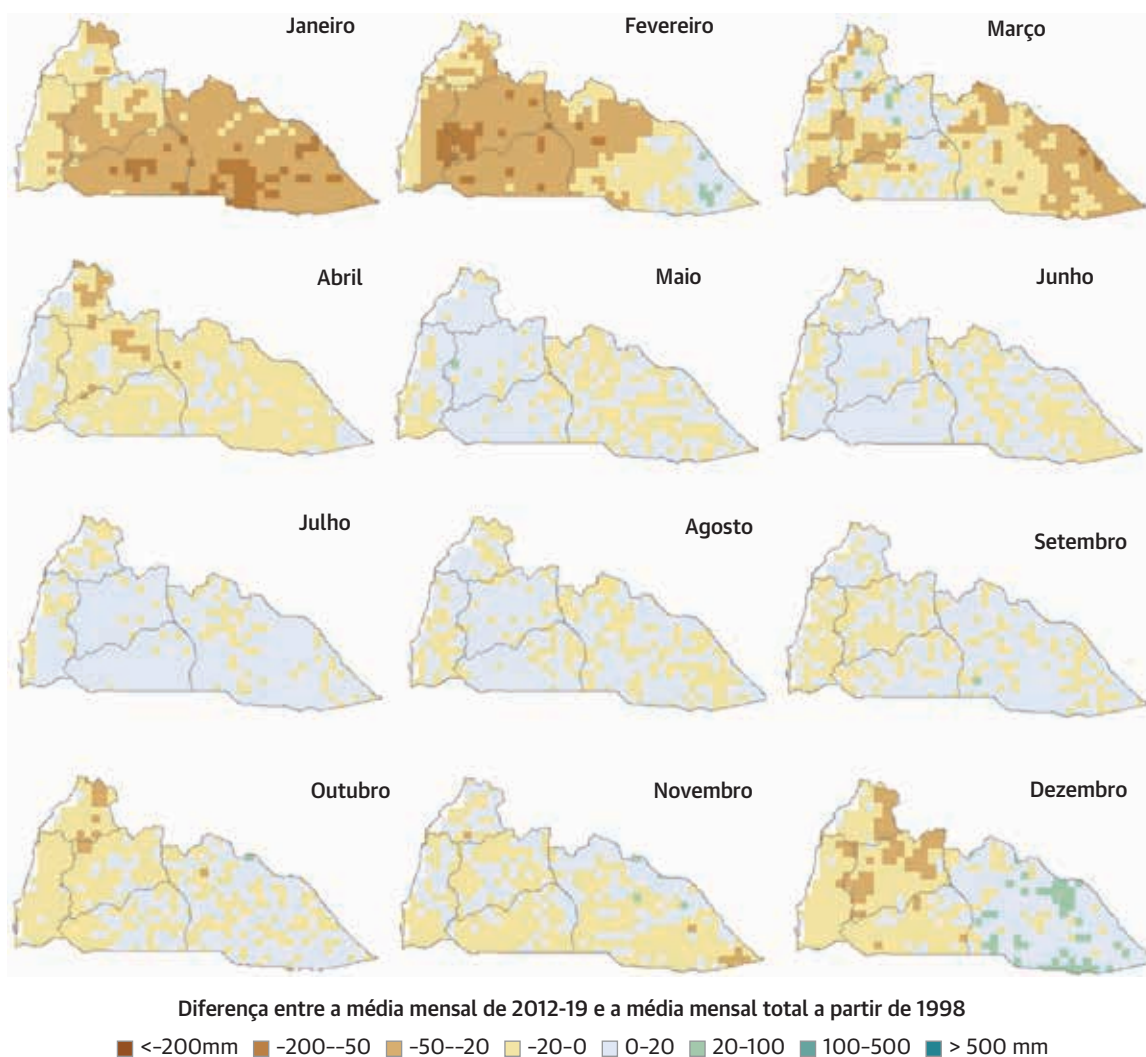


FIGURA 2.6. Diferença entre os valores médios mensais de precipitação menos a evapotranspiração efetiva no período 2012–2019, e os valores médios mensais calculados para todo o período 1994–2019



Da lista de Comunas vulneráveis da secção anterior (com base nas condições de acesso à água), as do Namibe e de Benguela encontravam-se em partes das suas províncias severamente afectadas pela seca física.

Neriquinha, Rivungo e Kutuile, entretanto, estão localizados na parte oriental da província do Cuando Cubango, em áreas que, não experimentaram períodos de seca de mais de dois anos, ao longo dos anos 1998–2019. Após novas análises, estas foram substituídas por Savate, Bondo e Maue (as seguintes na lista de prioridades do Cuando Cubango, localizado

em direção à parte ocidental da província), enquanto se aguarda a confirmação dos aglomerados populacionais nelas existentes, uma vez que parecem também ser pouco povoadas. Dito isto, é importante notar que, em geral, as Comunas desta província têm pontuações de vulnerabilidade mais baixas (e dados mais pobres) do que o resto da região.

Por último, uma vez que as duas províncias da Huíla e do Cunene foram duramente atingidas pela seca, e com severidade crescente até 2019, todas as Comunas prioritárias listadas anteriormente são mantidas.

Por conseguinte, a lista final de áreas prioritárias por província com base no estudo de gabinete sobre vulnerabilidade, exposição, e gravidade da seca permanece muito semelhante à anterior lista de vulnerabilidades baseada nas condições de acesso à água em cada Comuna:

- **Prioridades de Benguela:** Kapupa, Wyiagombe, Lambala, Passe, Cayavi.
- **Prioridades do Namibe:** Lucira, Camacuío, Caitou, Chinquite, Cahinde, Chingo.
- **Prioridades da Huíla:** Tchipungo, Chimbemba, Chiange, Kapunda Kivilongo, Jau, Kusse, Cutenda, Uaba, Kalukembe, Kalepi.
- **Prioridades do Cunene:** Mongua, Evale, Kafima, Ombala yo Mungu, Humbe, Mukope, Shiede, Naulila, Onkokwa, Otchinjau,

- **Prioridades do Cuando Cubango:** Luengue, Kuito Kuanavale, Savate, Maue, Bondo.

Notes

4. Em Angola, as províncias dividem-se em municípios, que por sua vez são subdivididos em Comunas. A área de estudo é composta por 130 Comunas, que têm sido as unidades administrativas básicas para os cálculos dos indicadores nesta etapa, sendo a entidade espacial mais pequena com população desagregada que seguem os dados do recenseamento. Há inconvenientes no uso das Comunas, em oposição ao uso das comunidades (*aldeias/bairros*), uma vez que diferentes comunidades dentro de uma determinada Comuna podem ter diferentes níveis de vulnerabilidade.
5. Análises mais aprofundadas são possíveis para construir índices compósitos abrangentes que combinam o magnitude e frequência de ocorrência de secas ao longo de uma série de tempo, a fim de avaliar o risco global colocado pela seca num determinado ponto (Dabanli, 2018b; Shahid e Behrawan, 2008; Rajsekhar, e Mishra, 2015). Isto será feito no âmbito do trabalho de acompanhamento.

3 Compreender os Impactos Observados no Terreno

Embora os capítulos anteriores descrevam uma análise feita em gabinete baseada em dados valiosos do recenseamento e informações de satélite sobre as condições de seca, este capítulo fornece os conhecimentos essenciais obtidos durante as visitas ao Sul de Angola e discussões com comunidades, parceiros e autoridades governamentais impactadas. Estes esforços permitiram uma melhor compreensão dos impactos reais sofridos no terreno, dos desafios e das soluções potenciais para construir a resiliência à seca.

Todos os indicadores da seca devem ser validados com observações no terreno, isto é, em comparação com a informação representativa das condições e impactos locais da seca, que são “perdas ou alterações observáveis que ocorreram por causa da seca” (Centro Nacional de Mitigação da Seca, 2019), embora essa comparação raramente aconteça (Bachmair et al., 2016; Van Loon et al., 2016). Apesar das valiosas conclusões apresentadas na Avaliação das Necessidades pós-Desastres (PDNA), o documento tem um valor limitado para validação do que foi observado no terreno porque apresenta informações agregadas a nível provincial e há uma falta geral de bases de dados completas ou registos formais de impactos da seca no país. Assim, o trabalho nesta segunda fase centrou-se em complementar os resultados do PDNA e em proporcionar uma compreensão da

situação numa resolução espacial mais elevada, através do trabalho de campo e com feedback e ajuda de uma rede de parceiros locais.

As reuniões da missão e os trabalhos de campo decorreram em vários locais da Huíla, Cunene e Namibe, uma vez que estas áreas foram confirmadas pelo trabalho de gabinete como as mais afectadas pela seca de 2012 e também como as mais vulneráveis. Esta abordagem foi apoiada pelo pessoal de várias agências de desenvolvimento consultadas em Luanda antes de serem planeadas missões de campo no Sul. O Anexo E contém um registo do calendário da missão, sessões de trabalho de campo, e reuniões, cujos principais resultados são resumidos nas subsecções seguintes.

Recolha de feedback das comunidades locais

Metodologia

A primeira ronda de consultas a peritos locais e partes interessadas consistia em sucessivas entrevistas de informadores-chave de um total de 21 representantes de diferentes entidades que trabalham no terreno na gestão dos recursos hídricos, pecuária e agricultura, apoio a emergências,

socorro e temas relacionados. Entre eles estiveram funcionários do Fundo de Apoio Social (FAS), Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF), da Proteção Civil e dos Bombeiros, do Instituto Nacional de Recursos Hídricos (INRH) e do Fundo das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO), no Sul de Angola. Alguns destes encontros tiveram lugar em Luanda.

O início dos exercícios consistiu em fazer uma série de perguntas sobre os impactos da seca de 2012–2019, abordando sistematicamente os seguintes tópicos:

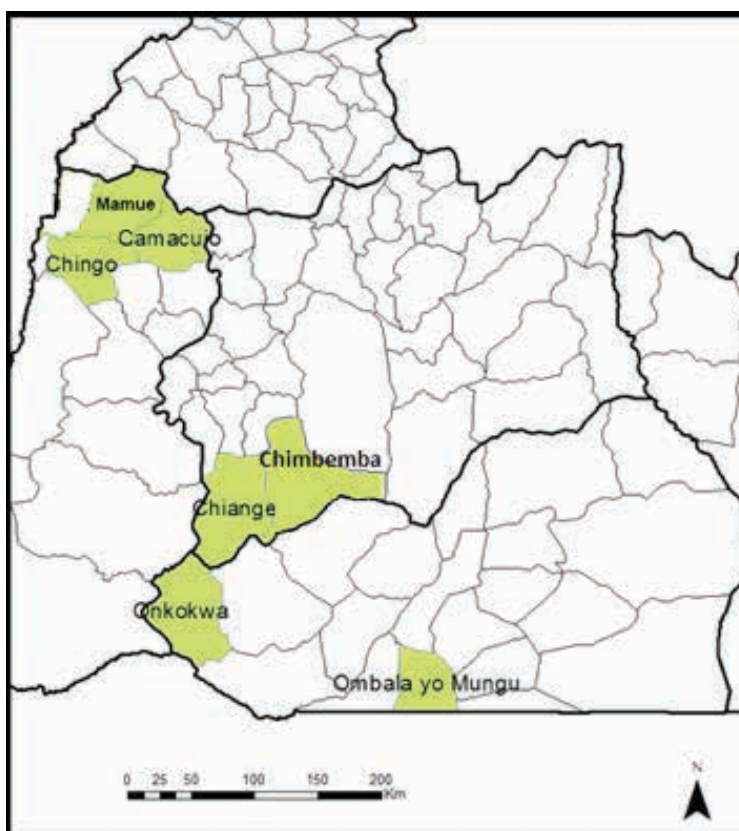
1. Início da seca, intensidade e duração, diferenças geográficas no fenómeno;
2. Principais sectores afectados e impactos significativos nas diferentes zonas da região e ao longo do tempo; e

3. Factores desencadeadores de resiliência nas áreas que se saíram relativamente bem.

Prosseguiu com uma apresentação dos resultados das duas análises de rastreio, com o objectivo de encontrar as áreas com maior risco, exposição e níveis de vulnerabilidade (resultados da fase 1), de forma a discutir a relevância dos parâmetros medidos e confirmar a exatidão dos resultados. Era essencial seguir esta ordem para que os resultados das análises dos investigadores não influenciassem o discurso dos indivíduos consultados.

Com base no feedback recebido, foi organizada uma segunda ronda de consultas nos municípios que continham um maior número de Comunas prioritárias identificadas, facilitadas pelo FAS (ver as Comunas prioritárias visitadas no mapa 3.1). As reuniões desenvolveram-se através de discussões informais em grupo de foco (FGD) que tiveram

MAPA 3.1. Comunas onde foram realizados trabalhos de campos pormenorizados (incluindo entrevistas e debates nos escritórios da administração do município)



lugar principalmente na sede do governo dos municípios e Comunas selecionados.

Em todos os casos, um grupo de 10 a 15 membros das comunidades participaram em cada uma das sessões. O representante comunal, sob o regedor, vários agricultores e representantes dos pastores das diferentes Comunas, membro da comuna ou município responsável pelo abastecimento de água, e outro envolvido na gestão pecuária e agrícola estiveram sempre presentes.

Foi utilizado um questionário detalhado para orientar as entrevistas/discussões com os participantes, com o objectivo de obter uma compreensão:

4. Das características socioeconómicas e ambientais do município e das Comunas que condicionam a gestão dos recursos e o abastecimento de água, para além do que se pode concluir a partir dos dados do recenseamento.
5. Da natureza, o grau e a distribuição dos impactos sofridos entre 2012 e 2019 em cada uma das Comunas do conselho.
6. Das intervenções para mitigar os impactos. Neste caso, uma FGD informal foi facilitada em todos os lugares visitados. Foram colocadas questões específicas a todo o grupo, mas foram feitos esforços para garantir que todos os participantes dessem as suas opiniões individuais de forma independente.

Principais resultados

Estes dois tipos de consultas foram excelentes plataformas, através de diálogos abertos facilitados, para recolher informações sobre as circunstâncias que determinaram a vulnerabilidade e os impactos das secas passadas e que irão reger o risco no futuro. Estas informações foram essenciais para testar os nossos métodos. Em particular, foram muito úteis na identificação e avaliação de potenciais acções de preparação e mitigação da seca, tendo em conta o risco de seca, impactos, vulnerabilidades e objectivos de desenvolvimento (Andreu et al., 2015).

Todos os peritos consultados na primeira ronda confirmaram a necessidade de dar prioridade ao Cunene, à Huíla e ao Namibe por esta ordem.

Dezassete dos principais informadores, principalmente os oriundos de entidades que coordenam ou colaboram com campanhas de socorro à seca, puderam fornecer uma lista de municípios que sofreram os impactos mais graves e que receberam um apoio contínuo do governo e dos doadores (ver Tabela 3.1). É importante salientar que estes municípios, especialmente os do Cunene e da Huíla, foram consistentemente mencionados pelos principais informadores.

Três inquiridos forneceram um feedback específico sobre o nível administrativo das Comunas. Curiosamente, Chiange (na Huíla), Chingo (no Namibe), Onkokwa e Ombala Yo Mungu (no Cunene) foram repetidos como os mais afectados nos três casos, e correspondem bem à seleção feita na 1ª etapa.

Assim, a equipa pode comprovar a validade da lista obtida com base nas análises de vulnerabilidade e no risco de seca até ao nível do município, uma vez que mais de dois-terços das Comunas prioritárias listadas estavam contidas na enumeração dos municípios entregues nesta primeira ronda de consultas. Dos municípios identificados como problemáticos pelos peritos locais consultados, apenas o município costeiro do Namibe não foi totalmente sublinhado como sendo de elevada prioridade pelas análises realizadas (ver Tabela 3.1).

Por outro lado, a visita a uma amostra das Comunas (ver mapa 3.1) e os FGDs informais permitiu que a equipa se familiarizasse com o abastecimento de água e deficiências na resiliência às escalas locais do Sul. A Tabela 3.2 apresenta um resumo dos principais problemas e impactos da seca vividos a partir de 2012 nas Comunas visitadas, de acordo com as respostas obtidas e as questões levantadas nas FGDs.

As medidas da seca auto-comunicadas são consideradas mais válidas se a autoavaliação das pessoas que vivem nas proximidades for semelhante (Hunter, Graye Edwards, 2013).

TABELA 3.1. Lista dos municípios que sofreram impactos com base nas informações fornecidas pelos principais informadores e grau de ajustamento aos resultados deste estudo

Municípios que sofreram maior impacto (segundo os principais informadores)	Foram reconhecidas como áreas em risco na análise da vulnerabilidade e do perigo?	Província a que pertencem
Gambos	Sim. É o município da Huíla caracterizado pelos piores indicadores de vulnerabilidade e perigo. Gambos é composto por 2 Comunas: Gambos (também referidos como Chiange) e Chimbemba, na lista da fase 1.	Huíla
Caconda	Sim. Caconda é composta por 4 Comunas. Deles, Uaba e Kusse estão na lista do estágio 1.	
Bibala	Sim. Esta é uma área com indicadores de vulnerabilidade e perigo geralmente fracos. Caitou é uma das 4 comunas e está na lista da fase 1.	
Camucuío	Sim. Esta é outra área com indicadores geralmente deficientes. Camucuío compreende 3 Comunas: Camucuío, Chinquite (ou Mamue) e Chingo, que estão todos na lista da fase 1.	Namibe
Namibe (municip.)	Sim, embora a maior parte desta área costeira tenha tido menos problemas hidrometeorológicos desde 2012 do que outras partes da província. O Namibe compreende Comunas com indicadores de vulnerabilidade deficientes. Destes, o Namibe e a Lucira estão na lista da fase 1, principalmente pelo grau de acesso à água que depende das transações financeiras.	
Curoca	Sim. Curoca é composta por 2 Comunas, Chitado e Onkokwa. Destes, Onkokwa está incluído na lista da fase 1.	
Ombadja	Sim. Ombadja é composta por 5 Comunas: Xangongo, Mukope, Humbe, Naulilae Ombala Yo Mungo. Os últimos 4 estão na lista da fase 1.	
Cuanhama	Sim. Cuanhama também aparece como um dos municípios mais vulneráveis. Compreende 4 Comunas: Ondjiva, Mongua, Kafimae Evale, das quais as últimas 3 estão na lista da fase 1.	Cunene
Namacunde	Sim. Namacunde compreende 2 Comunas: Namacunde e Shiede, a segunda das quais está incluída na lista da fase 1.	

Na Tabela 3.2 podemos ver que as respostas da amostra são muito consistentes, apesar de abrangerem três províncias diferentes, mas as questões são especialmente semelhantes entre as Comunas que são próximas umas das outras, como Chimbemba e Chiange (Gambos).

Para além da informação resumida na tabela, um resultado fundamental destas consultas foi a confirmação de que o total dos casos e dos inquiridos (100%) experimentaram o que entendiam como uma seca excepcionalmente longa e intensa. Todos eles sem exceção informaram que, a maioria dos impactos registados

começaram imediatamente após o índice da seca meteorológica DPEI ter iniciado o seu declínio em cada uma das áreas (ver Figura 2.4). A única exceção foi que a falha dos pontos de água que atingiu as águas subterrâneas aconteceu mais tarde, uma vez que as condições de seca persistiram para além de cerca de seis meses.¹

As entrevistas com informadores chave e as FGDs informais também confirmaram a capacidade dos indicadores de revelarem vulnerabilidades à seca e aos potenciais impactos no Sul de Angola. Em particular, as notas elevadas para o grau de não fiáveis e inseguras correspondem

TABELA 3.2. Impactos reportados para cada uma das Comunas prioritárias amostradas

Sector	Questões/circunstâncias críticas/ impactos da seca	Gambos Comuna (também conhecido como Chiange)	Chimbemba	Chingo	Mamue (também conhecido como Chinquite)	Ombala Yo Mungu	Onkokua
Questões relacionadas com o abastecimento de água e o Gestao de Recursos Hídricos	Pontos de água não georreferenciados	x	x	x	x	X (Mas fazendo progresso)	X (Mas fazendo progresso)
	Falta de conhecimento da funcionalidade dos pontos de água				x		
	Falha nos pontos de água	x	x	x	x	x	x
	Pontos não reparados devido a uma mistura de falta de capacidade técnica, peças sobressalentes e capacidade financeira	x	x		x	x	x
	Longas viagens para buscar água	x	x	x	x	x	x
	Alta dependência de cacimbas	x	x	x			x
	Alta dependência de chimpacas					x	
	Alta dependência de camiões de água						x
	Seca hidrológica (fontes com défice de água)	x	x	x	x	x	x
	Má qualidade da água e doenças	x		x		x	
Questões ligadas às actividades primárias	Área de recepção da Transumância	x	x				
	Área de êxodo transumância			x		x	x
	Mortalidade animal significativa reportada			x		x	x
	Diminuição da produção agrícola e da insuficiência de culturas nas explorações de água com chuva	x	x	x	x	Não há muito plantado nesta Comuna	x
	Diminuição da produção de culturas e insuficiência de culturas em pequenos jardins irrigados	x	x	x	Normalmente dependem da agricultura de sequeiro, uma vez que tinham condições muito favoráveis (até à seca)	Não há muito plantado nesta Comuna	x

Fonte: Informação compilada em discussões de grupo de foco.

plenamente às zonas consideradas mais amplas e profundamente afectadas, o que demonstra que as questões de fiabilidade e segurança são das

mais urgentes a enfrentar, a fim de aumentar a resiliência na região.

Curiosamente, os municípios e Comunas onde o acesso à água dependia de transações financeiras em alto nível, especificamente os da costa do Namibe que exigiam camiões cisterna, também foram identificados embora não tenham sido os mais atingidos pelo fenómeno físico e, por isso, não foram considerados urgentes pela análise de gabinete. Isto aponta para questões estruturais de acesso à água que precisam de ser abordadas, para além do risco de seca. A costa do Namibe é uma área árida com actualmente poucas opções, em termos de disponibilidade de água e poucas opções actualmente desenvolvidas para além das entregas por camiões. O serviço de camiões cisterna pode tornar-se escasso, dispendioso e pouco fiável em muitas situações, como uma seca suave em que precisam de fornecer mais pessoas e com fontes menos fiáveis do que o normal.² Assim, a dependência financeira do acesso à água constitui mais um indicador válido para destacar zonas em risco.

Principais questões observadas no terreno

Esta secção fornece um resumo das conclusões mais importantes do trabalho de campo (ver mapa 3.1). No que diz respeito ao abastecimento rural de

água potável, as condições e a governação das fontes variam em função do cenário geográfico, mas são em geral, bastante deficientes.

Muitos pontos de água não estão a funcionar e muitos novos pontos devem ser criados em grandes áreas que são povoadas, mas não contam com fontes de água fiáveis. As estimativas das percentagens de pontos de água deficientes são difíceis de fazer e são contraditórias, mas com certeza mais de metade deles não estão disponíveis. O tempo de deslocação necessário para ir buscar água é o mais longo de que a população nas comunidades visitadas se lembra. Isto também afecta os animais.

Os administradores locais mantêm listas de todos os pontos de água existentes, dos novos que devem ser criados, e dos que precisam de reabilitação. As listas incluem informações sobre a aldeia em que os pontos estão localizados, características do poço (profundidade, nível estático da água, nível dinâmico da água, produção, equipamento - Fotografia 3.1) e razões para a sua inoperabilidade (em inventários de necessidades de reabilitação). A informação nunca é georreferenciada, e não é claro se e quando estas listas são enviadas para as autoridades superiores, e são contabilizadas para mobilizar recursos para

FOTOGRAFIA 3.1. Bomba Volanta (à esquerda); um ponto de água alimentado com energia solar (à direita)



reparações e manutenção. Em todos os locais visitados, as partes interessadas apontaram a falta de recursos para a realização destas tarefas.

As bombas manuais são frequentemente destruídas por uma utilização indevida, e os tanques e reservatórios dos pontos de água são de má qualidade. É necessário modernizar as infra-estruturas; ao mesmo tempo, no entanto, há um número significativo de pontos de água inoperacionais que utilizam novas tecnologias e com base na energia solar (a equipa visitou alguns nas três províncias). Uma vez que as razões da sua avaria se prendem frequentemente com o abandono, o vandalismo e o roubo, é urgente a necessidade de recursos e formação na sensibilização, operação e manutenção (O&M).

Os pontos de água com energia solar, por falta de manutenção e mesmo por actos de vandalismo, são muito suscetíveis à inoperabilidade. No contexto de estudos em andamento, prevê-se bombas duplas, ou seja em cada sistema abastecido por bombas solares um sistema com bombas volantas em paralelo. A falta de lavagem dos painéis é uma das causas principais de avaria.

A forma mais comum de obter água potável na região é através de *cacimbas* rasas (poços escavados à mão que geralmente têm menos de 4 a 5 metros de profundidade), escavados principalmente em leitos de rios ou outros sedimentos soltos perto da superfície (Fotografia 3.2). Em anos médios, estas *cacimbas* secam até Julho, mas nos

FOTOGRAFIA 3.2. Uma *cacimba* escavada num leito de rio



últimos anos a maioria secou no início de Maio. Milhares de pessoas confiam nestes poços escavados à mão; mais de metade deles cobrem longas viagens de mais de 10 km para chegar a alguns destes poços, mesmo competindo com animais para obterem água. É raro encontrar *cacimbas* que nunca secam e têm uma produção considerável.

Nas zonas vulneráveis do Cunene pertencentes à bacia do Cuvelai, as *cacimbas* são uma fonte comuns de água potável; no entanto, os elementos mais característicos deste ambiente são as *chimpacas*, grandes lagoas rasas que recolhem água da chuva e *escoamento* provenientes de pequenas bacias hidrográficas Fotografia 3.4. Obviamente, o nível da água nas *chimpacas* depende das chuvas da estação anterior, e também da sua estrutura e manutenção, especialmente a dragagem. Uma vez secas as *chimpacas*, os utilizadores cavam buracos (*cacimbas*) no seu interior para aceder à água contida nos sedimentos das *chimpacas*. Durante a missão de campo de Abril de 2019, apenas 4 *chimpacas* de um total de 39 tinham água na Comuna de Ombala Yo Mungo. Estas condições, indicando uma situação de emergência, podem ser encontradas na maior parte da bacia do Cuvelai.

Em aldeias e cidades costeiras, a maioria da população recebe o seu abastecimento regular de água potável através de camiões cisterna,³ como confirmam as autoridades locais (Fotografia 3.3). Os camiões de várias empresas privadas oferecem serviços de abastecimento de água por cerca de US\$ 0,01 por litro, embora este preço varie. Aqueles que não podem pagar nestas áreas, que é sempre uma percentagem significativa da população, acabam por procurar água em *cacimbas* contaminadas (como em Lucira) ou fontes semelhantes. A necessidade de entregas por camiões tem origem na má qualidade do acesso às águas subterrâneas na maior parte destas zonas e no facto de, quando existem ligações rudimentares a furos que se encontram mais longe do litoral, haver falta a manutenção das tubagens e do sistema, levando a frequentes interrupções e falhas do serviço.

Alguns wadis nas terras áridas do Namibe pareciam ter potencial para a construção de barragens

de areia, pelo que foram registados vários pontos de passagem para facilitar uma análise de acompanhamento por especialistas. Para já, a utilização de barragens de areia não é generalizada em Angola, com excepção das barragens construídas na época colonial.

Existem vários açudes danificados e pequenas barragens no sudoeste de Angola. Os municípios mantêm registos de todos eles. Estes foram construídos no tempo colonial e foram destruídos por inundações repentinas ou estão cheios de sedimentos.

O modelo de todos os tipos de sistemas de abastecimento é geralmente muito pobre. Muitas vezes a equipa reconheceu problemas que incluíam a avaria dos componentes, problemas causados pela pressão nas tubagens, tamanhos subestimados dos reservatórios no ponto de água, bombas inadequadas, profundidades de instalação inadequadas, falta de separação entre pontos de consumo animal e humano, etc. Uma parte dos desafios deve ser, em princípio, fácil de resolver, mas é o resultado de uma falta de conhecimento técnico, cadeias de abastecimento para peças e capacidade financeira.

Relacionado com tudo que foi dito acima, o estudo identificou também os impactos e perturbações que a seca estava a causar (e as principais vulnerabilidades) no que diz respeito ao acesso à água para actividades económicas e domésticas entre meios de subsistência rurais, conforme descrito a seguir.

Há partes do sul que estão sob uma pressão crescente da transumância, e essa pressão afecta os seus pontos de água, especialmente na província da Huíla. Algumas Comunas recebem gado de outras áreas, normalmente do Cunene, das regiões do Sul e às vezes até da Namíbia.

Isto está a causar conflitos com migrantes relacionados com forragens e água. Devido à seca, a transumância começa em abril e não em junho, o que tem consequências adicionais como a falta de vacinação para os animais ou as ausências de crianças nas escolas.

FOTOGRAFIA 3.3. Camião utilizado em Onkokwa, fornecido pelo Serviço Nacional de Protecção Civil de Bombeiros



Na maior parte do sul, a agricultura não se desenvolve e, onde quer que exista, depende quase totalmente da precipitação, que tem sido muito irregular e escassa nos últimos anos. As técnicas de irrigação nos casos raros em que existem, e as sementes e variedades utilizadas podem não ser as mais adaptáveis e há pouco conhecimento sobre estas questões. A pecuária está a sofrer os piores impactos, embora seja sem dúvida o recurso económico mais importante da população rural.

No Cunene, as Comunas mais afectadas pela seca são as da bacia de Cuvelai acima mencionada. A enorme perda de gado que é a base do meio de subsistência ocorreu principalmente nos últimos cinco anos, mesmo depois de ajustar os padrões da transumância ao longo do tempo, enquanto tentava encontrar forragens e água. As pessoas sofrem de falta de água potável e água para as necessidades mais básicas. Para fazer

face a esta situação, os governos locais estão a fornecer água com camiões cisterna, por vezes sem custos; noutros casos há custos elevados nos povoados mais vulneráveis, foram instalados alguns reservatórios portáteis para serem reabastecidos com água pelos camiões, ainda que periodicamente.

Nalgumas das partes isoladas e mais húmidas das províncias visitadas (como as Comunas de Chinquite ou Mamue), a prática da agricultura de sequeiro é muito importante para a economia e ao mesmo nível da criação de bovinos. Isto contrasta com o resto da região (como na Comuna adjacente de Chingo), onde a criação de gado é predominante. Em anos com chuvas normais, as pessoas não precisam de se deslocar muito para deixar o seu gado pastar. Com efeito, recebem transumância de outras áreas, pelo que o investimento nestas áreas é especialmente relevante para a resiliência regional.

Muitos dos furos profundos nestas áreas não funcionam, e as pessoas dependem de fontes alternativas de águas subterrâneas rasas e de águas superficiais. Antes da seca intensa, estas aldeias eram prósperas e os seus recursos hídricos pareciam historicamente menos afectados pelas secas. No entanto, as suas actividades económicas foram severamente perturbadas por esta seca, talvez até mais do que outras zonas mais secas da região, que poderiam ter tido um melhor conhecimento da seca e uma maior capacidade de resolução.

Outra excepção à pastorícia predominante pode ser encontrada nas secções mais baixas dos maiores rios que fluem sazonalmente do Namibe, perto das bocas, onde muitos meios de subsistência se baseiam numa horticultura irrigada muito produtiva que evoluiu rapidamente para incluir novas tecnologias e métodos (Fotografia 3.5). Nestas áreas, a população está muito mais concentrada do que no resto da região. Recebem migrantes de outras províncias como

Huíla e Benguela, e até de outros países como a República Democrática do Congo e da Zâmbia. Sofreram uma diminuição notável da produtividade devido à seca, mas foram certamente menos afectados do que outras partes do sul.

As comunidades minoritárias de caçadores-coletores, que não têm gado nem praticam agricultura, são suscetíveis de estar entre as primeiras e mais afectadas pela seca, como afirmam consistentemente os residentes de várias zonas do concelho de Camucuio. Representantes locais afirmaram⁴ que essas comunidades contavam com água de bombas em funcionamento na sede dos municípios e Comunas locais durante toda a duração do evento da seca.

Em suma, a natureza dispersa dos povoados na maior parte do Sul requer a implementação de soluções distribuídas, centradas nas pequenas comunidades.

FOTOGRAFIA 3.4. *Chimpaca* assoreada com muito pouco armazenamento restante (à esquerda); uma *cacimba* (poço aberto) escavado dentro de uma *chimpaca* assoreada para encontrar uma pequena quantidade de água (direita)



Nota: Estes pontos de água não são higiénicos, uma vez que o fundo da *chimpaca* está coberto por excrementos de animais e humanos, e por todos os tipos de resíduos. Esta *chimpaca* tem 57 *cacimbas* escavadas no seu leito seco. Cada buraco é “protegido” e pertence a uma família. Das 57 famílias entrevistadas, a maioria percorre mais de 10 quilómetros para ir buscar água.

FOTOGRAFIA 3.5. Um lote de rega gota a gota em Bentiaba



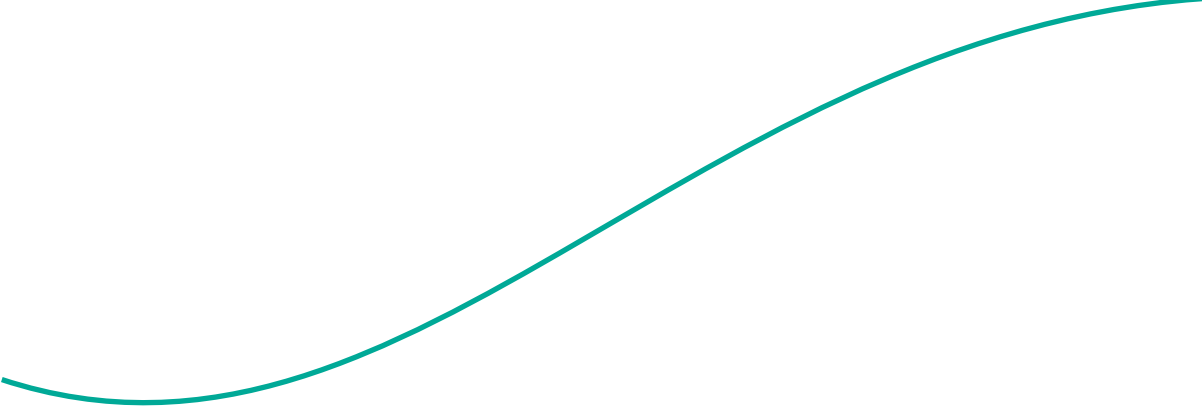
Notas

6. Isto prova o valor dos índices meteorológicos como previsores de questões hidrológicas e para determinar o início de problemas relacionados com a seca em comunidades que dependem principalmente da pecuária e da agricultura de sequeiro (também mostraram em outros estudos que ligam o fenómeno e seus impactos como Erfurt, Glaser, e Blauhut, 2019.
7. De acordo com as comunicações orais da FAS e as sucessivas confirmações no terreno, estes camiões tendem a usar massas de água e aquíferos que estão muito no interior, em áreas que registavam um défice mais grave do que os costeiros do Namibe, durante o período do estudo.
8. O resto da região depende de camiões para fornecer água potável apenas em emergências.
9. Comunicação de 19 de Abril.



5000L

AGUA



4 Melhorar a Resiliência à Seca no Sul de Angola: Avaliação de Opções para Investimentos em Infra-estruturas Rurais de Água

Seleção das opções de infra-estruturas mais adequadas

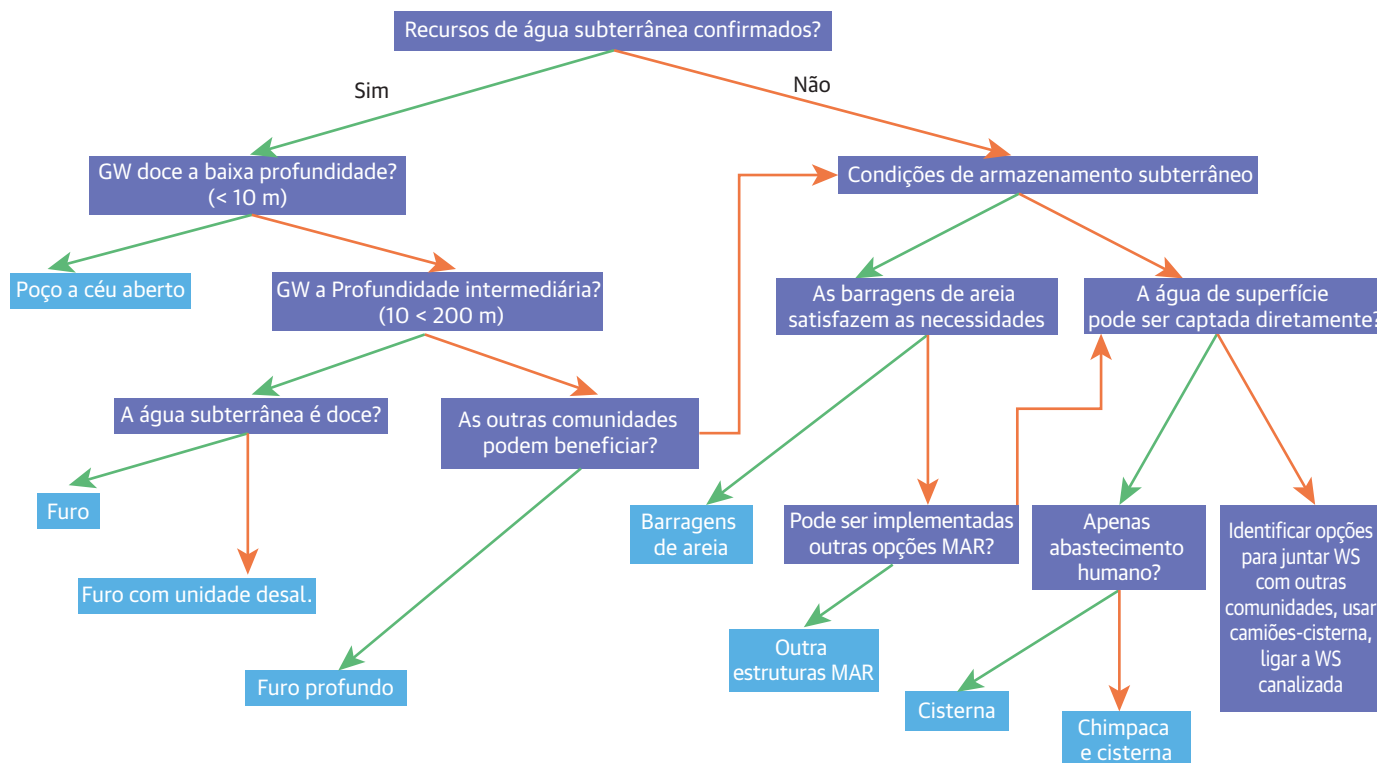
Graças aos resultados das fases descritas até agora, a equipa conseguiu identificar áreas prioritárias para as quais planeou actividades de acompanhamento de conhecimento nesta terceira e última fase da ASA. A fase 3 é essencial para a concepção de intervenções para fazer face à situação de emergência actual e ainda mais importante, às causas estruturais da vulnerabilidade à seca: reparações de bombas, pequenas infra-estruturas de captação e armazenamento, novos poços, levantamentos e reforço institucional, entre outros factores fundamentais.

Dependendo da disponibilidade de recursos, topografia, solos e geologia, foram consideradas diferentes opções para o abastecimento de água

e as infra-estruturas de armazenamento para análise mais aprofundada em todas as áreas prioritárias visitadas. Para orientar o trabalho futuro a nível comunitário, a equipa desenvolveu um diagrama conceptual, ou esquema de decisão, para determinar as opções de infra-estrutura a explorar nas áreas prioritárias (ver Figura 4.1). Pretende-se alargar e desenvolver esta abordagem para fazer uma análise pormenorizada em todas as áreas prioritárias.

Este processo deve também ser informado através de discussões em curso com os residentes locais sobre as infra-estruturas mais adequadas às necessidades de cada comunidade, possíveis alternativas, informações necessárias para um planeamento mais aprofundado, e as modalidades de governação necessárias para fazer investimentos fundamentais e manter a sua funcionalidade.

FIGURA 4.1. “Esquema de decisão” para encontrar a infra-estrutura de abastecimento de água rural de pequena escala mais adequada a ser explorada em cada área prioritária, com base nas suas condições naturais



Nota: GW = águas subterrâneas; MAR = recarga de aquífero gerido; SW= água de superfície; WS = abastecimento de água.

O “Esquema de decisão” para os investimentos no abastecimento de água, a implementar em Comunas prioritárias em toda a região, pode ser resumido da seguinte forma:

- Nas zonas com recursos hídricos confirmados, deve ser dada prioridade aos poços para abastecimento de água potável.** Se já existirem poços ou furos com capacidade suficiente, estes poços devem ser mantidos (redesenvolvidos/reabilitados) e o equipamento e as bombas reparados/renovados. Caso não existam poços, devem ser planeados e perfurados novos poços. A mobilização das massas de águas subterrâneas relativamente rasas é mais barata (possivelmente através de poços abertos ou *cacimbas*) e devem por isso ser avaliadas primeiro. Se existirem águas subterrâneas a profundidades

intermédias, devem ser instalados poços equipados com bombas solares. No caso das águas subterrâneas salobras ou salinas, poderia igualmente ser explorada a viabilidade técnica e financeira de pequenas estações de de dessalinização de águas subterrâneas.

- Em áreas com recursos de águas subterrâneas profundas, confirmados, podem ser perfurados poços profundos com uma profundidade até 300 metros (m) em locais estratégicos para fornecer comunidades maiores ou grupos de pequenas comunidades. Estes poços não são ideais para as pequenas comunidades devido à sua complexidade e custo, mas podem fornecer comunidades maiores ou ser pontos de água estratégicos para fornecer segurança da água para uma área maior. Todos os novos furos devem estar equipados com infra-estruturas de abastecimento associadas se necessário.

Muitas partes da bacia do Cuvelai podem cair nesta categoria, mas é necessário fazer estudos hidrogeológicos para confirmar o potencial das águas subterrâneas profundas.

9. No caso de águas subterrâneas rasas/intermédias não estarem disponíveis em quantidades suficientes, deve ser considerada a aplicação das técnicas de recarga de aquíferos geridos (MAR). Em diferentes partes da província do Namibe, por exemplo, onde a rocha matriz está perto da superfície e apenas estão disponíveis quantidades limitadas de sedimentos soltos, o potencial para a construção de barragens de areia foi confirmado na bacia hidrográfica do Giraul, bem como no Chingo e Camuciuo. Dependendo do regime de geologia/morfologia e fluxo, outras técnicas de MAR como barragens de controlo, barragens subterrâneas e açudes de desvio também podem ser consideradas.
10. No caso de não existirem recursos hídricos suficientes para satisfazer a procura de água, devem ser avaliadas as opções de captação de águas superficiais.¹ Tendo em conta as condições hidroclimáticas no Sul de Angola, seria difícil construir a segurança da água em condições de seca apenas através da captação das águas superficiais. Por conseguinte, a captação de águas superficiais pode ser complementada por outras opções de abastecimento de água para enfrentar situações de emergência. No entanto, em algumas partes do Sul existe um grande potencial de captação de águas superficiais (por exemplo, na província do Cunene), e este recurso abundante deve ser mobilizado ao máximo para satisfazer a maior parte da procura de água. A identificação da estrutura de captação de águas superficiais mais adequada dependerá das condições hidrológicas, topográficas e hidrogeológicas.
11. Pequenos açudes/barragem (2 a 5 m max) ou antigas barragens dos tempos coloniais devem ser reabilitados, e novas pequenas barragens podem ser construídas em locais com condições propícias. A maior parte desta actividade pode consistir na reabilitação de barragens antigas.

12. Se as comunidades estiverem próximas do abastecimento de água canalizado vendida a granel e puderem ser alcançadas através da construção de uma conduta de desvio, devem ser exploradas opções para implementar esta solução.

Utilizando este esquema de decisão foram imediatamente prosseguidas duas opções de abastecimento de água em duas das áreas prioritárias visitadas durante a fase 2:

- A bacia do Cuvelai (província do Cunene), incluindo Ombala Yo Mungo e outras Comunas prioritárias, onde o estudo de caso 1 fez uma análise profunda sobre como melhorar a utilização das *chimpanças* e aumentar a segurança da água incorporando a captação das águas superficiais numa estratégia mais ampla de abastecimento de água rural;
- As comunidades da bacia média do Giraul (província do Namibe) e outros riachos adjacentes em torno de comunidades prioritárias como Chingo, onde o estudo de caso 2 desenvolveu um estudo de pré-viabilidade da construção de barragens de areia na província.

Ambos os estudos de caso, apresentados a seguir, visam explorar opções de baixo custo para melhorar a recarga de águas subterrâneas rasas e a captação de água, mas cada um ficou em diferentes braços no esquema de decisão devido aos seus diferentes contextos geológicos e portanto, diferentes tipos de estruturas e ideias são discutidos e testados para ambos.

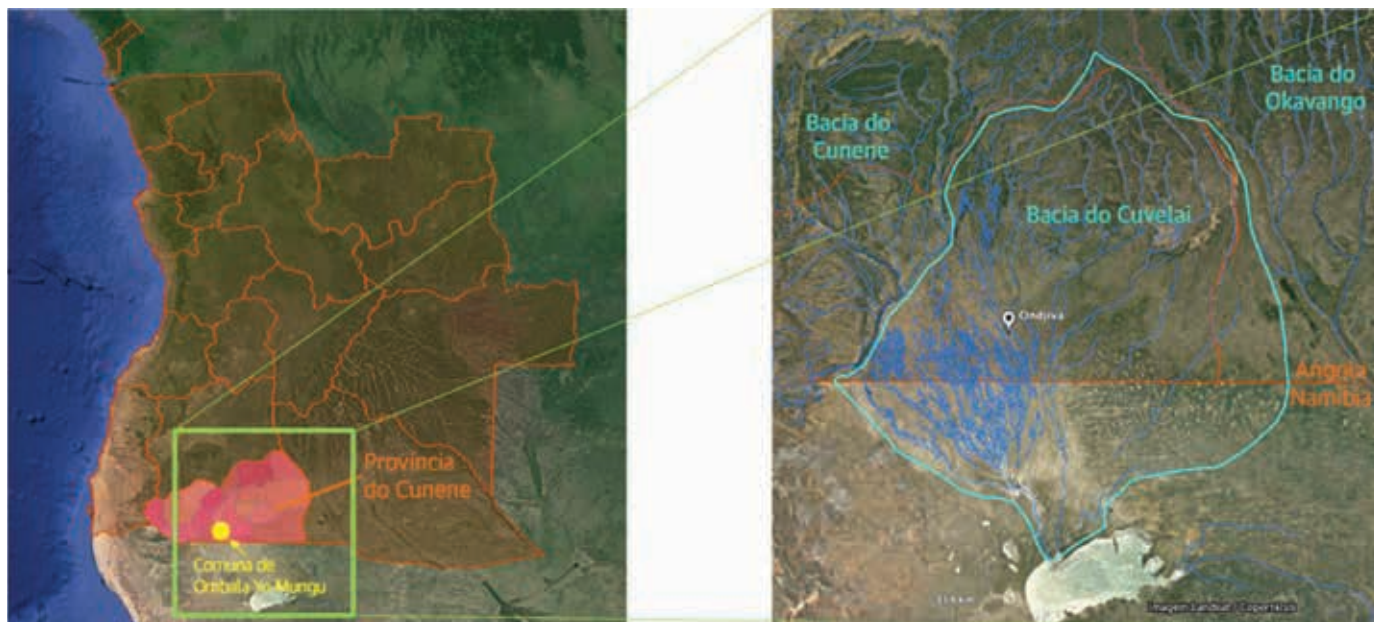
Estudo de caso 1: opções para aumentar a segurança da água na bacia do cuvelai

Antecedentes

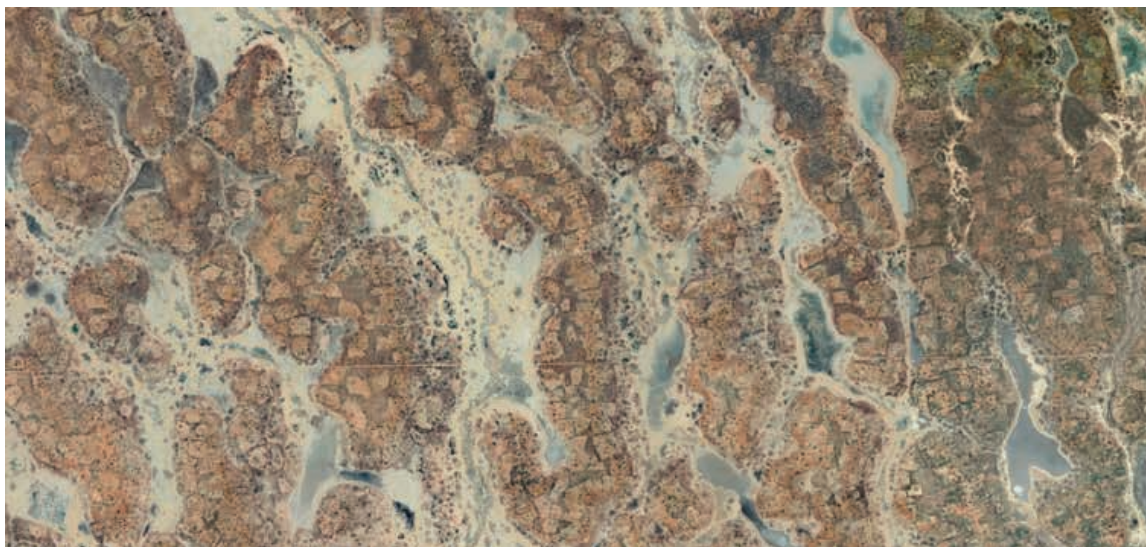
Unidades da paisagem

A parte leste da província do Cunene inclui parte da bacia do rio Cuvelai, uma bacia hidrográfica transfronteiriça endorreica partilhada entre Angola e a Namíbia (ver mapa 4.1). Quando o Cuvelai atinge

MAPA 4.1. Mapas da província do Cunene (à esquerda) e da bacia hidrográfica transfronteiriça de Cuvelai (direita)



FOTOGRAFIA 4.1. Vista do Google Earth das unidades de paisagem da área de estudo na parte angolana da bacia do Cuvelai



Nota: Há uma clara distinção entre planícies de inundação activas e canais, com árvores isoladas e cheias de argilas húmidas (solos cinzentos), áreas intermitentemente inundadas com uma cobertura arbórea mais densa e solos argilosos lavados a solos arenosos (solos amarelos) e ilhas compostas por areias sopradas pelo vento com uma vegetação arbórea natural densa e arbustiva (castanho escuro).

FOTOGRAFIA 4.2. Vista terrestre da paisagem do Cuvelai



Nota: Solos arenosos de ocre a vermelho do oásis ou mufilo (primeiro plano) e, a uma elevação ligeiramente inferior, a chana plana e árida ou canal com solos argilosos e depósitos de sal (fundo).

as planícies na parte central da bacia, transforma-se num rio trançado, dividindo-se num grande número de canais e zonas alagadas efémeras (ou chanas) que convergem e divergem e que inundam sazonalmente, separadas por ilhas (ou mufilos) ligeiramente mais elevadas. Os canais formam um delta interior que se alarga em direcção à fronteira com a Namíbia. A sul da fronteira, os canais convergem para o Lago Oponono que ocasionalmente transborda, juntamente com alguns sistemas de canais menores, para Etosha Pan.

A Fotografia 4.1 mostra as formas de relevo típicos na parte baixa da bacia do Cuvelai e a Fotografia 4.2 mostra uma vista do solo desta paisagem.

Geologia

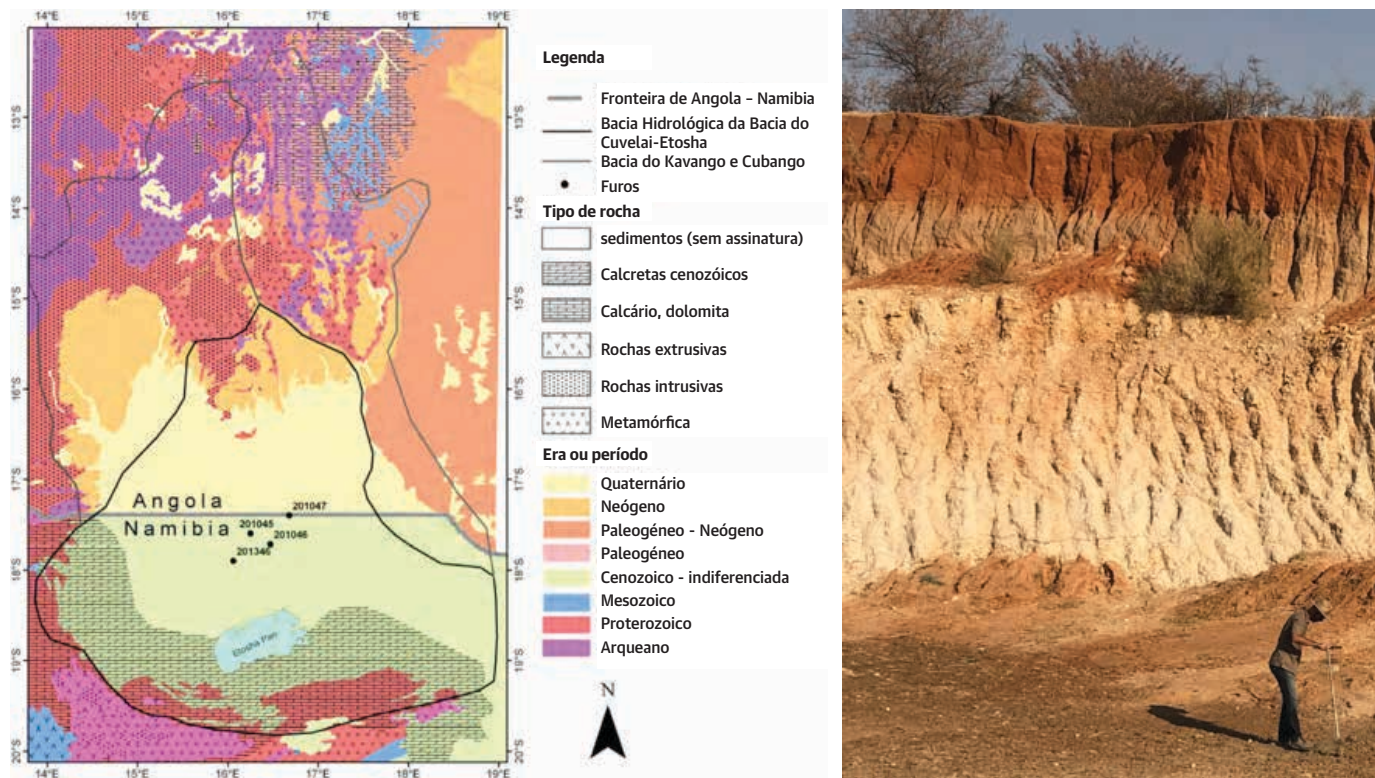
Uma grande parte da bacia do Cuvelai tem subjacentes sedimentos do terciário e quaternário que pertencem à Sequência Kalahari (ver Fotografia 4.3). Na parte baixa da bacia na província do Cunene, as margas brancas compactas do grupo calcário Kalahari são uniformemente cobertas por uma fina camada de sedimentos do quaternário.

Por baixo das ilhas, a cobertura sedimentar é composta por areias eólicas ricas em ferro avermelhado (ver Figura 4.3) com uma espessura de 2 a 3 m. Em áreas intermitentemente inundadas, as areias foram descoloridas e são amareladas. Por baixo dos canais e as *chanas* a cobertura de areia foi corroída e o calcário está coberto por 1 a 2 m de lodo aluvial verde a cinzento e argila, com crostas de sal branco resultantes da evaporação das águas de inundaçãO. O Anexo A inclui uma visão geral das camadas aquíferas dentro da Sequência Kalahari.

Topografia

A parte plana da planície do Cuvelai, localizada dentro de Angola, recebe escoamento da (parte da) bacia hidrográfica do Cuvelai superior e drena em direcção à parte baixa do Cuvelai, localizada na Namíbia. Esta parte da bacia do Cuvelai drena em direcção ao Lago Oponono na Namíbia, que transborda para Etosha Pan apenas durante anos excepcionalmente húmidos. A sub-bacia cobre uma área de quase 36.000 quilómetros quadrados (km²) e representa efectivamente uma bacia endorreica.

FOTOGRAFIA 4.3. Mapa geológico da bacia do Cuvelai-Etosha (esquerda); Pedreira perto de Ombala Yo Mungu (direita)



Fonte: Dill et al., 2012.

Nota: O mapa (à esquerda) mostra os sedimentos do Terciário (Neogene) e do Quaternário do Grupo Kalahari que estão uniformemente presentes na parte central da bacia Cuvelai-Etoshia. Na foto da pedreira (à direita), a cobertura de areia eólica rica em ferro vermelho pode ser vista em cima das margas brancas do Grupo Kalahari.

As terras baixas de Cuvelai, situadas a uma altitude entre 1.080 e 1.125 m acima do nível do mar, são extremamente planas, com ilhas que se elevam apenas alguns metros acima dos numerosos canais. O terreno tem um gradiente regional de cerca de 0,3 0/00. A norte, são delimitadas por uma peneplanície menos intersectada, com um gradiente regional de cerca de 0,6 0/00. A parte superior da bacia é montanhosa entre 1.160 e 1.475 m acima do nível do mar.

Uma secção transversal topográfica ao longo da linha de perfil apresentada no mapa 4.2 é mostrada na Figura 4.2. Para efeitos de avaliação dos recursos hídricos, a sub-bacia foi dividida em três sub-bacias que correspondem à bacia hidrográfica superior montanhosa (incluindo a planície), a parte da planície da bacia situada no

território Angolano, e a parte baixa da planície da bacia na Namíbia.

Clima

Os totais diários de precipitação (P) derivados dos dados da Análise de Precipitação Multi-satélite TRMM de três horas (TMPA) estão disponíveis a uma resolução espacial de 0,250 para o período de 2003 até ao presente (<https://gpm.nasa.gov>, 3B42 Versão de Pesquisa). Os pixéis TRMM medem aproximadamente 26,5 x 27,5 km na latitude do sul de Angola. As três sub-bacias utilizadas neste estudo são mostradas no Mapa 4.2. Com base nos conjuntos de dados de píxeis, foram calculados valores médios mensais de P para cada uma das três sub-bacias.

MAPA 4.2. Sub-bacias da bacia do Cuvelai utilizadas neste estudo

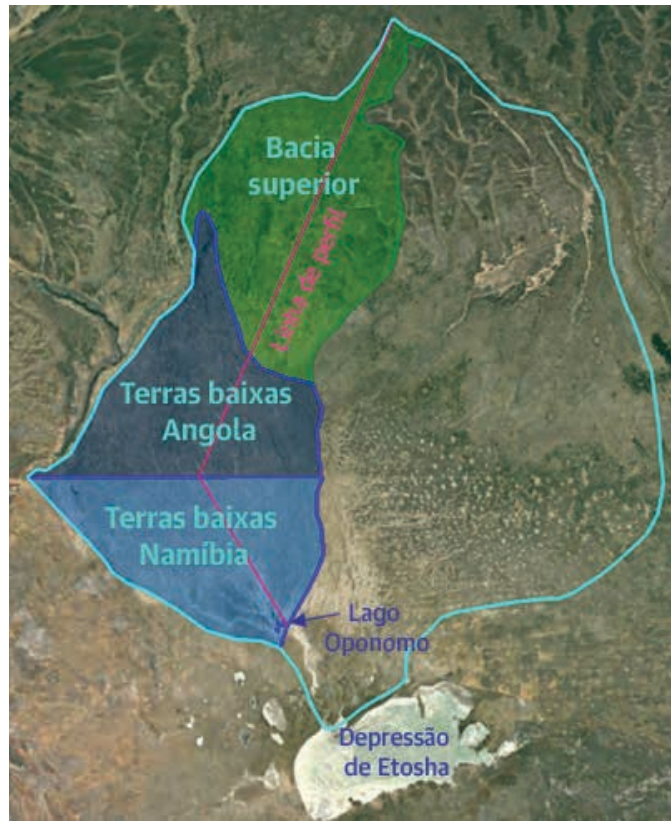
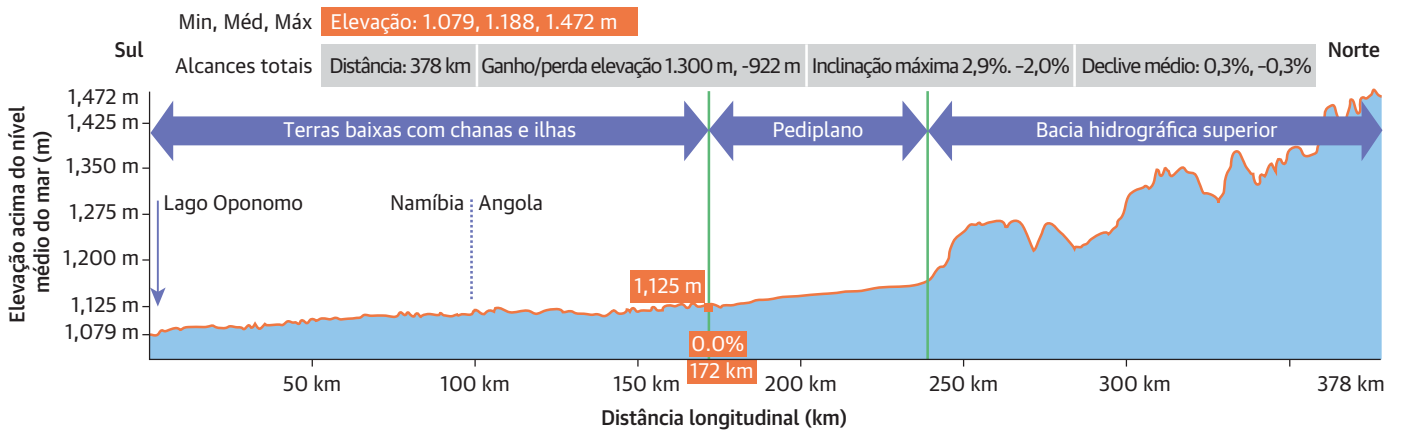


FIGURA 4.2. Secção transversal Norte-Sul da parte ocidental da bacia do Cuvelai, desde a parte alta da bacia do Cuvelai até ao Lago Oponono



Nota: Para um mapa desta área, consultar a Figura 4.2.

A precipitação diminui de Norte para Sul em toda a bacia, seguindo um padrão semelhante durante os anos secos e húmidos (ver mapa 4.2). A precipitação média anual para as três sub-bacias para o período 2003–2018 atingiu 614 milímetros por ano (mm/ano), mas a variabilidade interanual é elevada. A precipitação anual recebida pela bacia foi tão baixa quanto 360 mm/ano em 2015 e tão alta quanto 1.008 mm/ano em 2009. A precipitação concentra-se durante um período chuvoso de seis meses, geralmente desde o início de Outubro até finais de Março/princípios de Abril. Os meses de Maio a Setembro são responsáveis por menos de 1% da precipitação anual. Os conjuntos de dados mensais de evapotranspiração real (ETa) do modelo GLEAM (<https://www.gleam.eu>) estão disponíveis para o período 2003–2018. A ETa real na bacia do Cuvelai é elevada e, durante um ano de precipitação média, a ETa ascende a 96% da precipitação recebida, confirmando o carácter fechado da bacia, com quase nenhuma entrada ou saída de água. Durante os anos secos, a ETa pode representar até 130% da precipitação anual

recebida pela bacia, esgotando quaisquer reservas de água remanescentes na bacia.

O clima da bacia do Cuvelai é caracterizado por episódios recorrentes de seca. O Índice de Evapotranspiração Precipitada Normalizada (SPEI) é um índice de seca baseado em dados climáticos. Pode ser utilizado para determinar o início, duração e magnitude das condições de seca em relação às condições normais. A Figura 4.4 mostra o índice SPEI para diferentes durações de período de referência (3, 6, 12, 24, e 48 meses) para a comuna de Ombala Yo Mungo na parte central da bacia do Cuvelai (ver Figura 4.1). A partir de 2013, esta parte da bacia do Cuvelai entrou num período caracterizado por condições de seca moderada a severa, quase contínua.

FIGURA 4.3. Precipitação mensal nas sub-bacias da Bacia Superior; Planície de Angola e Planície da Namíbia, 2003–2019

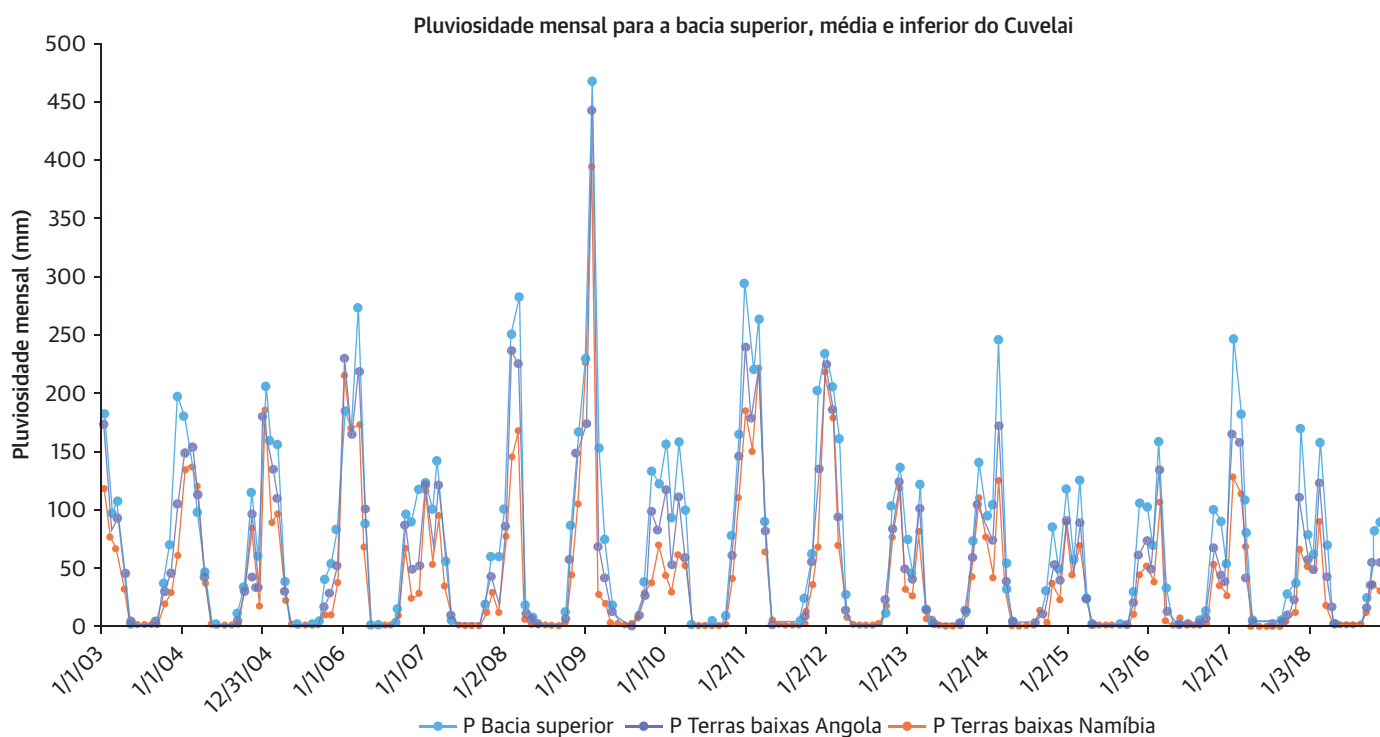
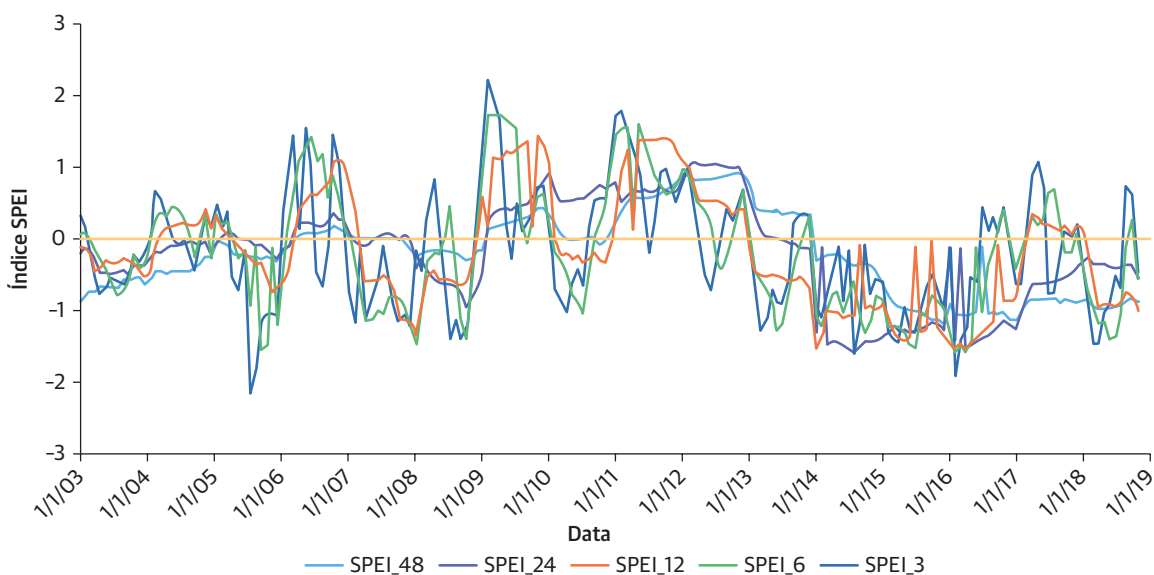


FIGURA 4.4. Índice de seca SPEI em diferentes escalas de tempo para Ombala Yo Mungu



Nota: Ver Figura 4.1. SPEI = Índice Padronizado de Precipitação e Evapotranspiração

Desafios do abastecimento de água no Cuvelai

Utilização de água superficial

A população da bacia do Cuvelai é vulnerável a variações climáticas devido à falta de segurança hídrica causada pela ausência de pontos de água seguros. Partes do Cuvelai dependem quase inteiramente da captação de água de superfície para consumo humano e animal - dependendo das inundações sazonais durante a estação chuvosa que ocorre entre Outubro e Março - em *chimpacas*, ou tanques (ver photo 4.4).

Apesar da abundância sazonal de águas de superfície, a captação das águas de inundação é um desafio devido à topografia extremamente plana da bacia do Cuvelai, permitindo apenas reservatórios pouco profundos que têm altas taxas de assoreamento devido à abundância de sedimentos finos no delta interior do Cuvelai e que estão expostos a elevadas perdas por evaporação (as terras baixas do Cuvelai situam-se entre os 16° e 18°S), reduzindo o seu armazenamento activo. Devido à limitada capacidade de armazenamento activo, a maioria das *chimpacas* proporciona uma

segurança de água limitada, muitas vezes suficiente para cobrir a estação seca num ano com precipitação média, mas ficando secas durante períodos de precipitação abaixo da média ou no caso das chuvas serem atrasadas.

Para além da limitada segurança hídrica proporcionada pelas *chimpacas*, também representam um elevado risco sanitário devido à contaminação frequente. A maioria das *chimpacas* fornece água às populações humanas e ao gado, especialmente durante os períodos de seca, quando o número de pontos de água em funcionamento diminui. O gado entra no reservatório para beber, resultando na contaminação microbiana e patogénica. Os esforços para manter os animais fora, através da vedação do reservatório de água e das suas imediações, falham frequentemente, uma vez que as vedações são vandalizadas para facilitar o acesso aos animais.

As *chimpacas* são tipicamente posicionadas nas partes à jusante de *chanas* ou áreas alagadas. Normalmente recolhem o escoamento da parte adjacente da planície de inundação impermeável, e não dos canais activos que atravessam o delta interior do Cuvelai. As planícies de inundação são



criadas pela deposição de argila e lodo no canal inferior ou depressão e podem ter crostas de sal à superfície como resultado da evaporação repetida de águas de inundação estagnadas.

As *chimpacas* são construídas escavando a camada argilosa da planície de inundação, numa profundidade de poucos metros, muitas vezes até ao topo do substrato calcário. Como tanto os sedimentos argilosos como o calcário subjacente são impermeáveis, as perdas por infiltração são limitadas. As dimensões típicas das *chimpacas* modernas são de 80 m por 60 m, com uma profundidade de cerca de 4 m, representando uma capacidade máxima de armazenamento de cerca de 20.000 m³. Com base em estimativas de evaporação de águas abertas, uma *chimpaca* completa perde cerca de metade do seu armazenamento ao longo de um período de 12 meses.

A vida de armazenamento das *chimpacas* é ainda mais reduzida pela deposição de sedimentos, transportados por cada cheia. Não existem práticas sistemáticas de remover a areia e sedimentos no Cuvelai, e as *chimpacas* são frequentemente abandonadas quando completamente cheias de sedimentos. Quando não há outros pontos de água disponíveis nas proximidades, os aldeões recorrem à escavação de *cacimbas* no enchimento de sedimentos, dos quais são depois recolhidas quantidades muito pequenas de água.

Utilização de águas subterrâneas

Ao longo do Cuvelai, as águas subterrâneas pouco profundas (encontradas a menos de 10 m de profundidade) são acessíveis através de poços abertos ou *cacimbas* (poços pouco profundos não revestidos; ver fotografia 4.5), atingindo aquíferos finos empoleirados ou camadas semipermeáveis, tipicamente com um rendimento muito baixo e vulneráveis a episódios de seca. As *cacimbas* servem tipicamente uma ou várias famílias. Muitas vezes a água armazenada nas *cacimbas* é utilizada durante o dia e o poço enche-se lentamente durante a noite.

A utilização de águas subterrâneas através de furos mais profundos é limitada devido à abundância de águas subterrâneas salobras a profundidades intermédias (10 < 200 m de profundidade) e ao rendimento geralmente baixo do calcário mariano da formação Kalahari uniformemente presente por baixo das terras baixas de Cuvelai. Onde o rendimento é suficiente, os furos têm sido tradicionalmente equipados com bombas manuais Volanta (ver fotografia 4.6). Devido à sua robustez, uma grande parte das bombas Volanta ainda está a ser utilizada.

Mais recentemente, os poços perfurados estão equipados com bombas solares e tanques aéreos de 5 a 10 metros cúbicos (m³). Um número significativo de poços com bombas solares está fora de serviço devido a falha da bomba ou do

FOTOGRAFIA 4.5. Cacimba típica *cacimba* num kimbo perto de Ohenghali, comuna Mongua (à esquerda); poço aberto em Chiulo, comuna de Mukope (à direita)



FOTOGRAFIA 4.6. Furo com bomba Volanta perto de Onjiva (à esquerda); furo equipado com bomba solar e reservatório de armazenamento em Omambodi, comuna de Mongua (à direita)



painel solar. Não existe nenhum mecanismo bem estabelecido para a manutenção e reparação das bombas, e os poços permanecem frequentemente fora de serviço durante meses ou mesmo anos antes de serem reparados como parte de uma reabilitação do poço.

O conhecimento sobre a qualidade e dinâmica das águas subterrâneas no Cuvelai é extremamente limitado e os dados sobre a perfuração dos furos existentes não estão disponíveis, o que dificulta um planeamento e desenvolvimento mais sistemático. A taxa de falhas dos furos é muito elevada devido à falta de informação de referência e à prática de perfuração sem investigações geofísicas preliminares.

A presença, potencial e qualidade dos recursos de águas subterrâneas profundas (> 200 m de profundidade) precisam de ser confirmados, uma vez que não foi realizado qualquer estudo sistemático dos recursos de águas subterrâneas abaixo da bacia do Cuvelai do lado de Angola.

Pesquisa de campo

Descrição

A série de visitas de campo realizadas em Abril de 2019 como parte da Fase 2 deste estudo tinha como objectivo verificar os impactos da seca nas províncias do Namibe, Huíla, e Cunene através de consultas às partes interessadas. Após a selecção das áreas prioritárias, foi feito um inquérito de campo na parte central da província do Cunene em Julho de 2019, como parte da Fase 3 do plano de trabalho, com os objectivos específicos seguintes:

- Verificar a concepção e funcionalidade das *chimpanças* para avaliar as oportunidades de otimizar o armazenamento, reforçar as condições de higiene e melhorar a fiabilidade face às condições de seca;
- Verificar as condições geológicas de superfície em toda a região, com vista a aumentar o potencial de captação de águas

superficiais e avaliar as condições de recarga das águas subterrâneas;

- Fazer um levantamento de *cacimbas* e furos para avaliar o uso actual e potencial das águas subterrâneas;
- Medir os parâmetros básicos de qualidade das águas superficiais e subterrâneas.

Durante o levantamento de campo de três semanas, uma equipa técnica apoiada pelo Gabinete para Administração das Bacias Hidrográficas do Cunene, Cubango e Cuvelai (GABHIC), Universidade Agostinho Neto, Instituto Superior Politécnico Tundavala, e o Banco Mundial recolheram dados sobre pontos de água e geologia de superfície, cobrindo a parte angolana da bacia do Cuvelai. Foi visitado um total de 54 locais (ver mapa 4.3), nos quais foram tidas discussões com representantes da comunidade e outros interessados.

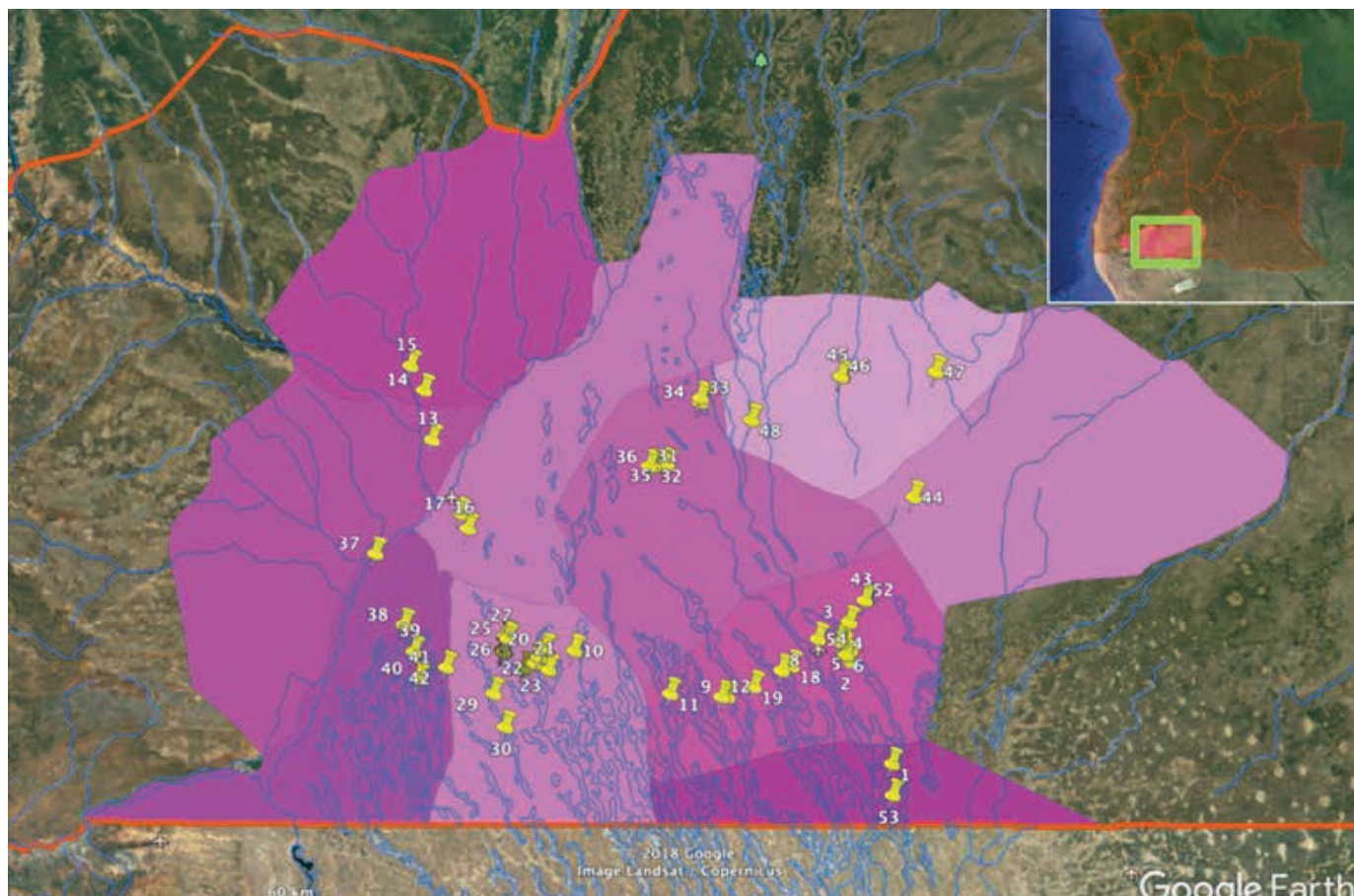
Em cada local foi feita uma série de observações e medições:

- **Descrição do local:** Tipo de infra-estrutura, longitude, latitude, elevação (metros acima do nível do mar);
- **Descrição do ponto de água** (incluindo *chimpanças*, *cacimbas*, poços abertos, e furos): Ano de construção, profundidade, diâmetro/dimensões, volume armazenado, fonte de energia, tipo de utilização, consumo diário, estado operacional, meses de operação por ano;
- **Condição dos recursos hídricos:** Nível estático da água, nível dinâmico da água, temperatura, salinidade (condutividade eléctrica); e
- **Geologia do solo e subsuperfície:** Tipo de solo, espessura do solo, natureza da(s) formação(ões) geológica(s) de subsuperfície, espessura de formação observada.

Observações sobre a geologia subsuperficial

Toda a região é uniformemente coberta por calcário de marga branca com baixa permeabilidade. Essa formação calcária representa uma barreira para qualquer água que se infiltre na

MAPA 4.3. Mapa de localização dos locais da bacia de Cuvelai visitado durante o levantamento de campo



superfície do solo e contém quantidades limitadas de água subterrânea que geralmente é salobra.

As ilhas e canais que formam as terras baixas de Cuvelai representam uma cobertura uniformemente fina do calcário, composta respectivamente por areias ventosas (vermelhas a amarelas) e argilas impermeáveis depositadas pela água, raramente excedendo 3 m de espessura.

A recarga natural da água subterrânea que ocorre nas ilhas arenosas (cobrindo cerca de 80% da área) permanecerá em grande parte na camada superior arenosa e funcionará como um reservatório para a vegetação abundante da região. A maior parte da água de recarga retornará como evapotranspiração para a atmosfera durante a estação seca.

Observações sobre a hidrogeologia

Os chimpacas são tipicamente escavados no enchimento do canal argiloso, até ao topo do substrato de calcário e, portanto, têm baixas perdas por infiltração.

A espessura limitada da camada de areia superior (e a sua posição na mesma elevação que a *chimpaca*) tornam impraticável o armazenamento subterrâneo de água *chimpaca*.

As *cacimbas* normalmente exploram pequenos aquíferos empoleirados no solo arenoso superior ou horizontes arenosos em planícies de inundação semi activas, mas o seu potencial é geralmente muito limitado.

FOTOGRAFIA 4.7. Observações de geologia do solo e subterrâneas perto de Ombala Yo Mungu sede (à esquerda); Medição do nível das águas subterrâneas perto de Mongua sede (meio); e medição da qualidade da água na Comuna de Naulila (à direita)



Os furos são tipicamente perfurados nas camadas de calcário subjacentes e têm um rendimento geralmente modesto e salinidade variável. Não são mantidos registos de furos avariados ou em funcionamento e não existem dados de monitorização das águas subterrâneas na parte angolana da bacia do Cuvelai-Etosha.

De acordo com estudos de águas subterrâneas na parte da Namíbia do da bacia do Cuvelai-Etosha (BIWAC, 2006), o Aquífero Kalahari de várias posições é recarregado em Angola, e as águas subterrâneas fluem na direcção sul em direcção à planície de inundaçã do Etosha e ao rio Okavango.

Vários aquíferos rasos da sequência kalahari sobrepõem-se ao aquífero mais profundo do kalahari. As águas subterrâneas parcialmente salinas têm origemem em inundações regulares na bacia do Cuvelai.

Observações sobre a qualidade da água

As medições de salinidade mostradas na tabela 4.1 (expressas em condutividade eléctrica, ou CE) de 28 pontos de água feitas em julho de 2019 na bacia do Cuvelai (Foto 4.7) durante a elaboração deste relatório, revelam que:

- Água de melhor qualidade encontra-se nas nascentes (CE = 205 microsiemens por centímetro, $\mu\text{S}/\text{cm}$) e cacimbas (CE média = 503 $\mu\text{S}/\text{cm}$).
- As *chimpacas* têm um baixo nível de salinidade quando se enchem mas esta salinidade aumenta gradualmente durante a utilização em resultado da evaporação (média EC = 670 $\mu\text{S}/\text{cm}$). A principal preocupação relacionada com a qualidade das *chimpacas* é a contaminação bacteriológica e patogénica, devido à presença frequente de animais.
- Valores de salinidade mais elevados (e maior variabilidade) são encontrados em poços em toda a região (EC média = 930 $\mu\text{S}/\text{cm}$).
- Os maiores valores de salinidade encontrados são ligeiramente inferiores a 1.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, equivalente a um valor total de sólidos dissolvidos (TDS) de cerca de 960 miligramas por litro (mg/L). Embora não exista uma directriz da Organização Mundial de Saúde (OMS) sobre água potável para TDS, todas as amostras estão abaixo do valor de referência de 1.000 mg/l adoptado por vários países.

TABELA 4.1. Valores da condutividade eléctrica (CE) para diferentes tipos de pontos de água

Tipo de ponto de água	Não há amostras	EC mínimo (µS/cm)	EC Máximo (µS/cm)	EC médio (µS/cm)	Desvio padrão (µS/cm)
Furo	9	426	1,481	932	402
<i>Chimpaca</i>	8	234	1,489	671	357
<i>Cacimba</i>	10	91	999	503	299
Nascente	1	205	205	205	0
Total	28	91	1,489	400	678

Nota: EC = condutividade eléctrica

Estabelecer o balanço hídrico

Abordagem e pressupostos

Para estudar o potencial de captação de águas superficiais, foi estabelecido um balanço hídrico preliminar para a bacia. A fim de obter um melhor controlo de alguns componentes do balanço hídrico, o balanço hídrico foi compilado para três sub-bacias (ver mapa 4.2): a bacia hidrográfica superior, a parte de planície da bacia dentro de Angola, e a parte de planície da bacia localizada na Namíbia que drena em direcção ao Lago Oponono.

Considerando que o Lago Oponono só transborda para a planície de inundação do Etosha durante anos excepcionalmente húmidos, as três sub-bacias combinadas representam efectivamente uma bacia endorreica: a entrada e a saída de águas superficiais são consideradas como negligenciáveis.

O fluxo de águas subterrâneas dentro ou fora da bacia é difícil de avaliar na ausência de conhecimentos mais detalhados sobre a geometria e características hidráulicas dos aquíferos e de um mapa de contorno das águas subterrâneas. Enquanto se aguarda uma avaliação mais detalhada das condições das águas subterrâneas, o fluxo de águas subterrâneas para fora da bacia é considerado igual à quantidade de recarga das águas subterrâneas dentro das sub-bacias.

A evapotranspiração real (ET_a) durante a estação seca (Abril a Setembro) é alimentada pela água armazenada na bacia durante a estação húmida anterior (Outubro a Março). O armazenamento de água na bacia ocorre sob a forma de água superficial em canais e depressões, como a humidade do solo e pela vegetação.

Considerando a escassez de dados de monitorização, várias componentes do ciclo da água só podem ser estimadas. Apesar desta limitação, o balanço hídrico baseado em dados de monitorização mensais permite-nos compreender a dinâmica sazonal das sub-bacias hidrográficas.

Para as duas componentes principais do balanço hídrico - ou seja, a pluviosidade (P) e a evapotranspiração real (ET_a) - estão disponíveis séries mensais de dados pixelizados a partir de dados detectados remotamente.

O excesso de precipitação (P-ET_a) durante a estação chuvosa é o reservatório para ET_a da estação seca. A calibração do balanço hídrico inclui a correspondência entre o excesso de P-ET_a na estação das chuvas e o défice de P-ET_a na estação seca.

Durante a estação das chuvas o excesso de precipitação (P-ET_a) irá:

1. Escoar-se para dentro da bacia e será armazenada como água de inundação nos canais e lagoas (ΔS_{lake});
2. Infiltrar-se nos solos arenosos das “ilhas” (ΔS_{soil}), de onde parte da humidade infiltrada no solo pode percolar mais abaixo como recarga de águas subterrâneas (I_{gw});
3. Ser absorvido pela vegetação da bacia (ΔS_{veg}).

Durante a estação seca seguinte, a água armazenada na bacia secará gradualmente, através da evapotranspiração da água armazenada nos canais e lagos, da humidade do solo, e da vegetação.

Validação de dados meteorológicos

Foi preparado um balanço hídrico para cada uma das três sub-bacias, utilizando dados de precipitação (P) e de evapotranspiração real (ETa) derivados de satélite.

Os totais diários P derivados dos dados TMPA de três horas estão disponíveis com uma resolução espacial de 0,25o para o período de 1998 até ao presente (<https://gpm.nasa.gov>, 3B42 Versão de Pesquisa). Os pixels TRMM medem aproximadamente 26,5 x 27,5 km na latitude do sul de Angola. Uma sobreposição da grelha de dados meteorológicos derivados de satélite e das três sub-bacias utilizadas neste estudo é mostrada na mapa 4.4. Os dados diários P para o período 1998–2018 foram utilizados para a análise de desenho de infra-estruturas (próximo capítulo).

Os conjuntos de dados mensais ETa do modelo GLEAM (<https://www.gleam.eu>) estão disponíveis para o período 2003–2018 e foram utilizados, juntamente com os dados mensais de precipitação da TMPA, para os cálculos do balanço hídrico.

Foram utilizados conjuntos de dados de ETa utilizando os modelos SSEBop e GLEAM. Com base nos cálculos do balanço hídrico para a bacia endorreica, os dados SSEBop parecem sobrestimar a ETa da estação seca (ver Figura 4.5). Por conseguinte, foram utilizados os dados ETa da GLEAM.

Com base nos conjuntos de dados de píxeis, foram calculados valores médios mensais de ETa e P para cada uma das três sub-bacias. Na bacia do Cuvelai, a precipitação ocorre entre Outubro e Abril, mas só durante o período entre Dezembro e Março é que a precipitação mensal excede a ETa mensal. Dado que as três sub-bacias em conjunto formam uma bacia endorreica, a única componente do balanço hídrico que potencialmente sai da bacia, para além da ETa, é o fluxo lateral das águas subterrâneas, induzido pela recarga das águas subterrâneas (na fotografia 4.8).

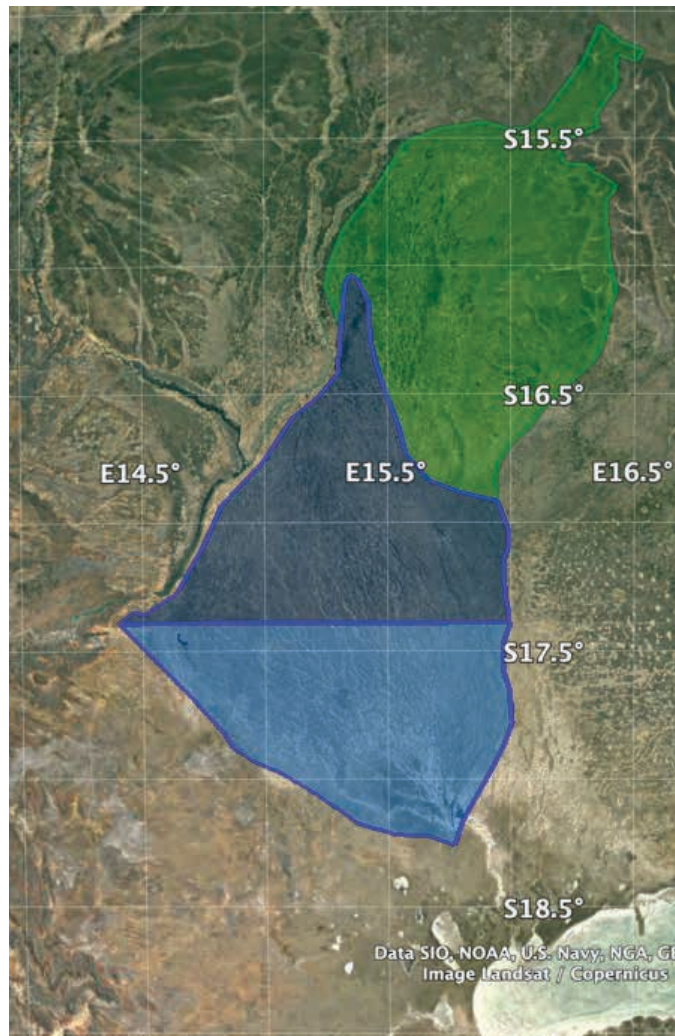
Reabastecimento de águas subterrâneas

Para avaliar as condições de recarga (e fluxo) das águas subterrâneas na bacia, é necessário cartografar as condições das águas subterrâneas, uma vez que actualmente não estão a ser recolhidos sistematicamente dados sobre o nível e qualidade das águas subterrâneas. Na ausência de dados de monitorização das águas subterrâneas, foram obtidas estimativas da recarga a partir de dados de simulação de modelos à escala global (Döll e Flörke, 2005). De acordo com o Mapa Hidrogeológico de África (ver mapa 4.5), a recarga das águas subterrâneas na parte angolana da bacia do Cuvelai varia de 20 mm/ano no sudeste a 70 mm/ano no norte da bacia.

A cartografia das condições geológicas subterrâneas durante o levantamento de campo revelou a presença consistente de uma espessa camada de marga impermeável abaixo da fina camada superior do sedimento. Como resultado, as condições de recarga das águas subterrâneas abaixo das terras baixas de Cuvelai são desfavoráveis.

Na bacia do Cuvelai, o solo superficial absorve o excesso de água da chuva durante a estação das chuvas (solo) que é subsequente libertada durante a estação seca, através da evaporação dos solos e da transpiração das plantas. Prevê-se que apenas uma parte muito pequena da água do solo (alguns mm/ano) consiga percolar até ao aquífero (I_{gw}).

MAPA 4.4. Grade dos dados meteorológicos de satélite sobreposta nas sub-bacias do Cuvelai utilizadas aqui.



Estudos extensivos de águas subterrâneas realizados na parte namibiana da bacia do Cuvelai sugerem que o aquífero de Oshana é recarregado principalmente por inundações regulares do sistema de drenagem do Cuvelai (BIWAC, 2006). O gradiente das águas subterrâneas é alegadamente muito plano, o que indica uma baixa dinâmica de recarga.

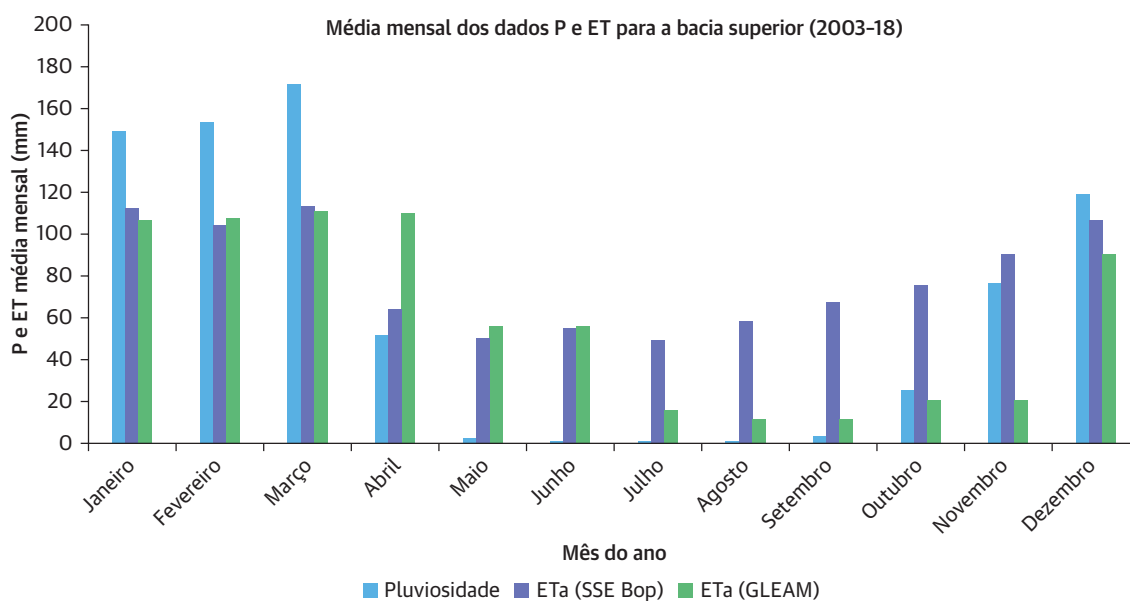
Dinâmica sazonal e variabilidade climática

O excesso de chuva durante a estação chuvosa infiltra-se na camada superior do solo, ou escorre através de canais e áreas inundáveis. Os mapas P-ETa mensais médios para o sul de Angola

(Figura 4.3) mostram o excesso de precipitação durante o período de Dezembro-Março. Para a parte baixa da bacia do Cuvelai dentro de Angola (cobrindo aproximadamente 10.200 km²), o excesso médio acumulado de P para a estação chuvosa de Dezembro a Março ascende a ~224 mm/ano (período 2003–2018).

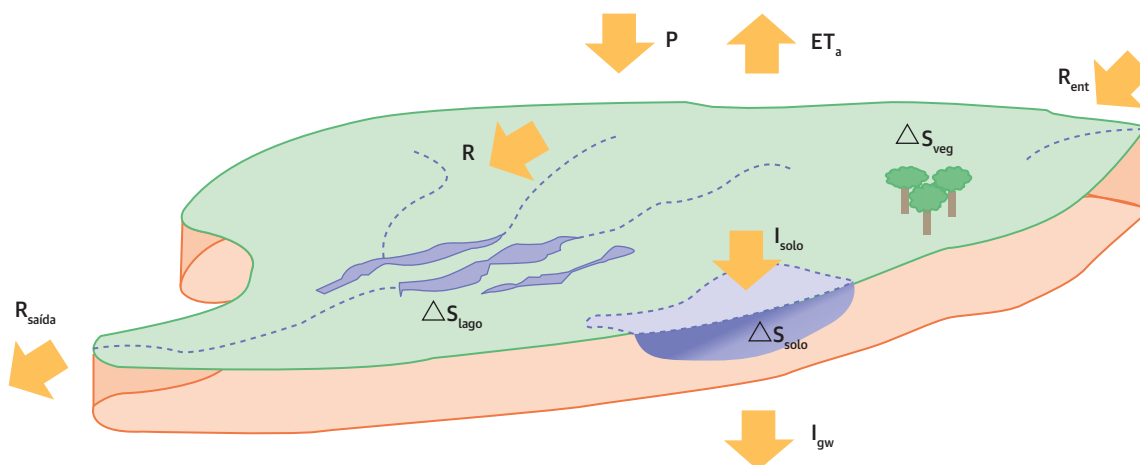
Como os gráficos na Figura 4.6 mostram, a ETa é mantida durante o início da estação seca, alimentada pela transpiração da vegetação verde, evaporação da humidade do solo, e evaporação da água aberta a partir de canais e bacias inundadas. A partir de Julho, a ETa declina quando a vegetação seca e os canais e lagos secam. Os cálculos do

FIGURA 4.5. Precipitação na Bacia Superior



Nota: P-Eta = precipitação menos a evapotranspiração real

FOTOGRAFIA 4.8. Principais componentes do balanço hídrico das sub-bacias do Cuvelai consideradas neste estudo



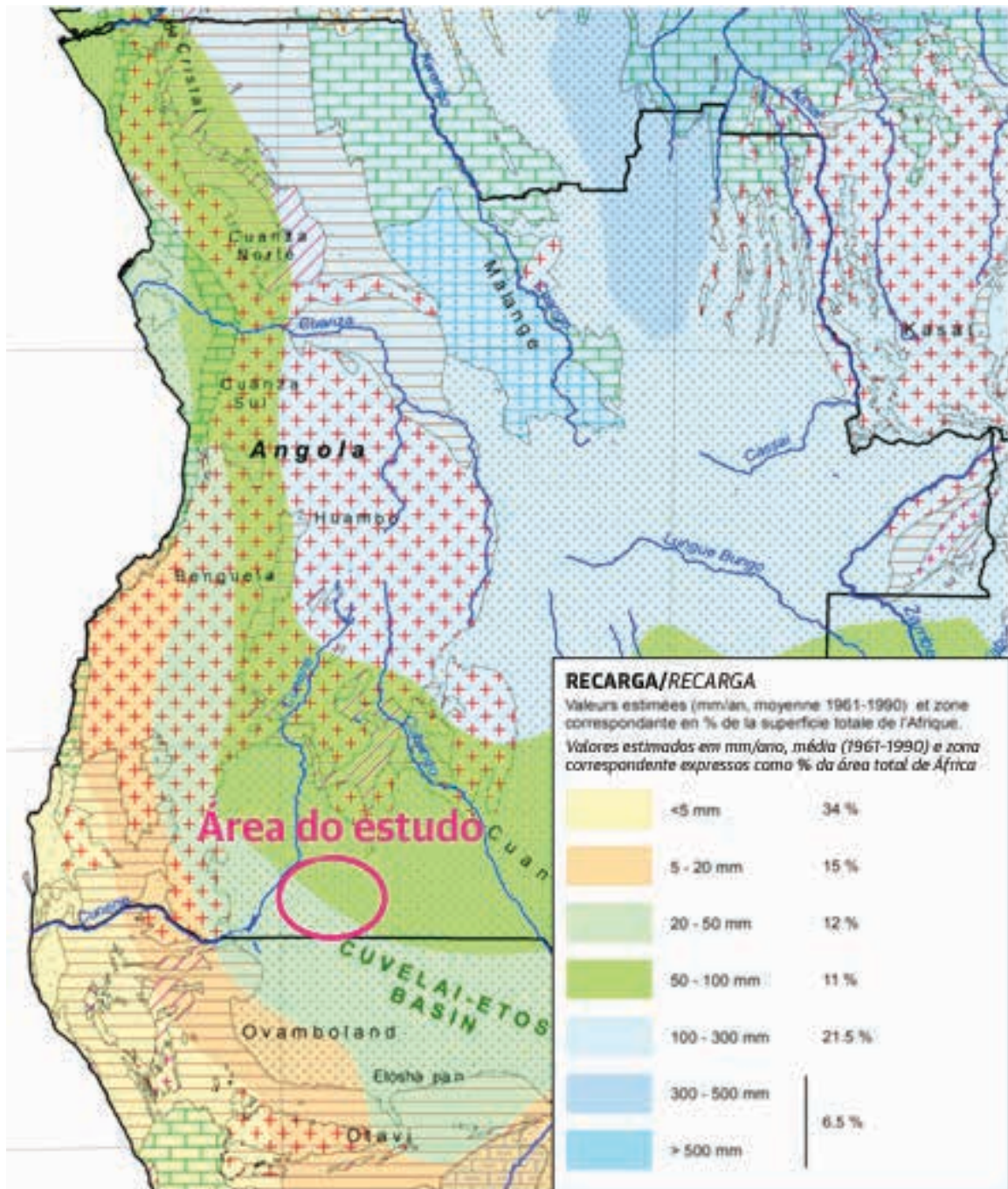
balanço hídrico mostram que, durante o período de observação de 16 anos, 89% do excesso de chuva da estação chuvosa em Angola de planície é recuperado pela ETa durante a estação seca.

Como mostram os gráficos da média mensal de P e ET para as três sub-bacias, existe uma tendência regional de P e ETa a diminuir de Norte para Sul. Para além desta variabilidade espacial, existe

também uma forte variabilidade interanual em P e ETa (ver Figura 4.7). A P anual para as três bacias combinadas flutuou durante o período de 2003 a 2018 entre 360 e 1.008 mm/ano, sendo a média de 614 mm/ano. Os últimos seis anos do registo mostram uma precipitação abaixo da média.

Durante os anos secos a ETa pode ser superior a P, sugerindo que alguma água armazenada na

MAPA 4.5. Detalhe do mapa hidrogeológico de África à escala de 1/10 M mostrando os valores modelados de recarga das águas subterrâneas



Fonte: Seguin, 2008

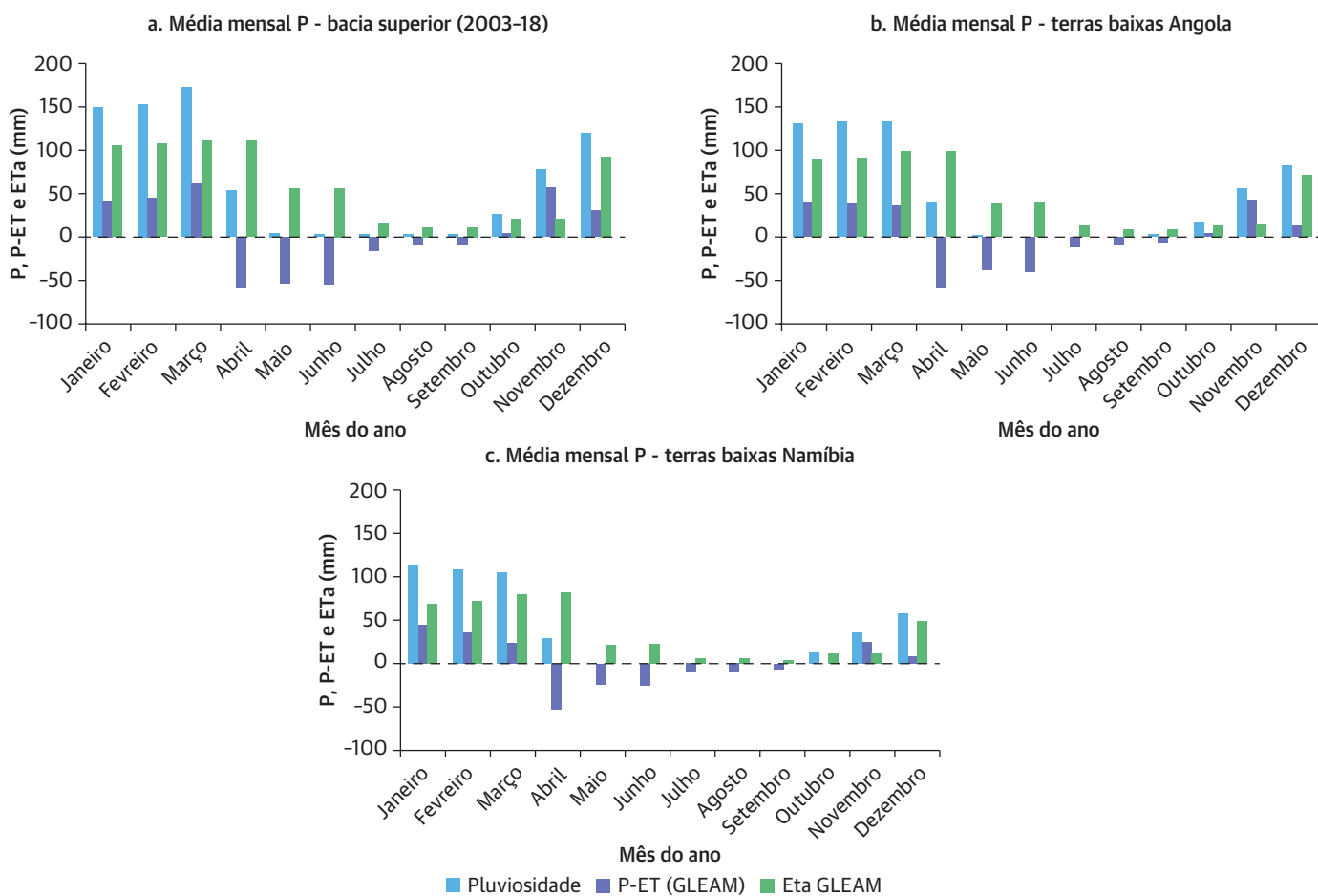
bacia (em canais, solo ou vegetação) permanece no final da estação seca. Ao mesmo tempo, existe uma correlação bastante boa entre P anual e ETa anual (ver Figura 4.8) indicando que a ETa real depende em grau significativo da precipitação recebida pela (sub)bacia durante o mesmo período e não pode depender de armazenamento significativo na bacia e não é influenciada por fontes de água permanentes como rios, lagos, e campos irrigados.

Restringido por 16 anos de dados mensais diferenciados espacialmente de P e ETa, juntamente com estimativas de armazenamento sazonal de água no solo, escoamento para as sub-bacias a jusante, e magnitude da recarga de águas subterrâneas, foi traçado um balanço hídrico provisório para as três sub-bacias. Dentro da margem de erro dos dados

P e ET, a percentagem de precipitação anual que não é retomada pela ET durante a estação seca representa 4% da precipitação anual recebida pelas três sub-bacias. Este volume de água deixa a bacia, quer como fluxo de águas subterrâneas, quer como vazão ocasional do Lago Oponono durante anos excepcionalmente húmidos.

O balanço hídrico indicativo é apresentado na Tabela 4.2 e permite fazer a avaliação da parte do escoamento superficial que permanece nas sub-bacias, canais de inundação e bacias, e que pode potencialmente ser recolhida durante um ano com precipitação média.

FIGURA 4.6. Precipitação média mensal (P), evapotranspiração real (ETa) e P – Valores ETa para as três sub-bacias do Cuvelai



Potencial de captação de água

O estudo do balanço hídrico provisório da bacia do Cuvelai mostra-nos que, num ano com **precipitação média**, a quantidade de águas de inundação acumuladas na parte baixa da bacia e dentro do território angolano ascende a cerca de **360 Mcm**, equivalente a uma camada de +/- 20 cm de água cobrindo todos os canais e bacias. Durante os meses que se seguem à estação chuvosa, este volume de água está disponível para determinadas utilizações, mas se não for recolhido, este recurso evaporará e não contribuirá para a segurança hídrica durante todo o ano.

Além disso, devido a preocupações de qualidade, este recurso não deve ser utilizado para consumo humano, a menos que seja colhido em condições adequadas pouco tempo após os eventos pluviométricos.

Devido à morfologia do terreno, à conectividade e dinâmica dos canais de drenagem, e ao uso do solo, bem como a constrangimentos técnicos e financeiros, a percentagem de águas superficiais

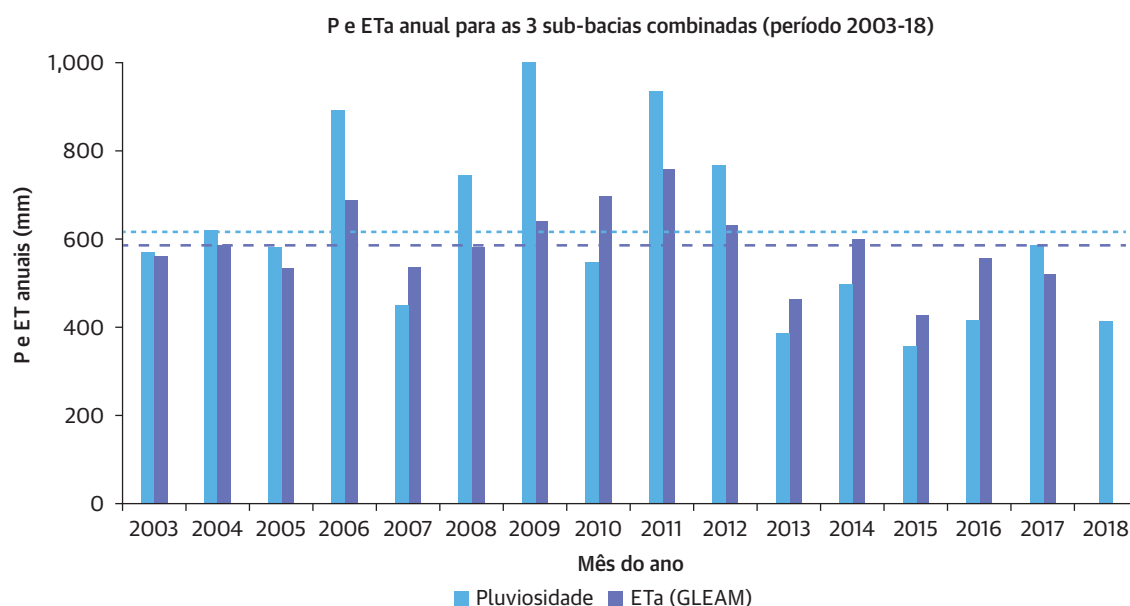
que podem efectivamente ser recolhidas é muito menor. As áreas adequadas necessitam de um implúvio de tamanho adequado, declive, configuração do terreno, uso do solo e tipo de solo/ substrato, ou têm de ser ligadas a canais activos ou sistemas locais de drenagem que inundam regularmente.

Na ausência de um modelo hidrológico da bacia do Cuvelai, de um Modelo Digital de Elevação, e de mapas das terras e de uso do solo, presume-se que 10% das águas das cheias podem potencialmente ser recolhidas. O recurso para a captação da água, com que é possível contar durante um ano de precipitação média, é portanto estimado em 10% de 360 Mcm ou cerca de 36 Mcm/ano. Considerando que actualmente as chimpacas na parte angolana da captação do Cuvelai são aproximadamente 3 Mcm/ano, espera-se que haja margem para expandir a captação de águas superficiais.

Considerando a variabilidade climática

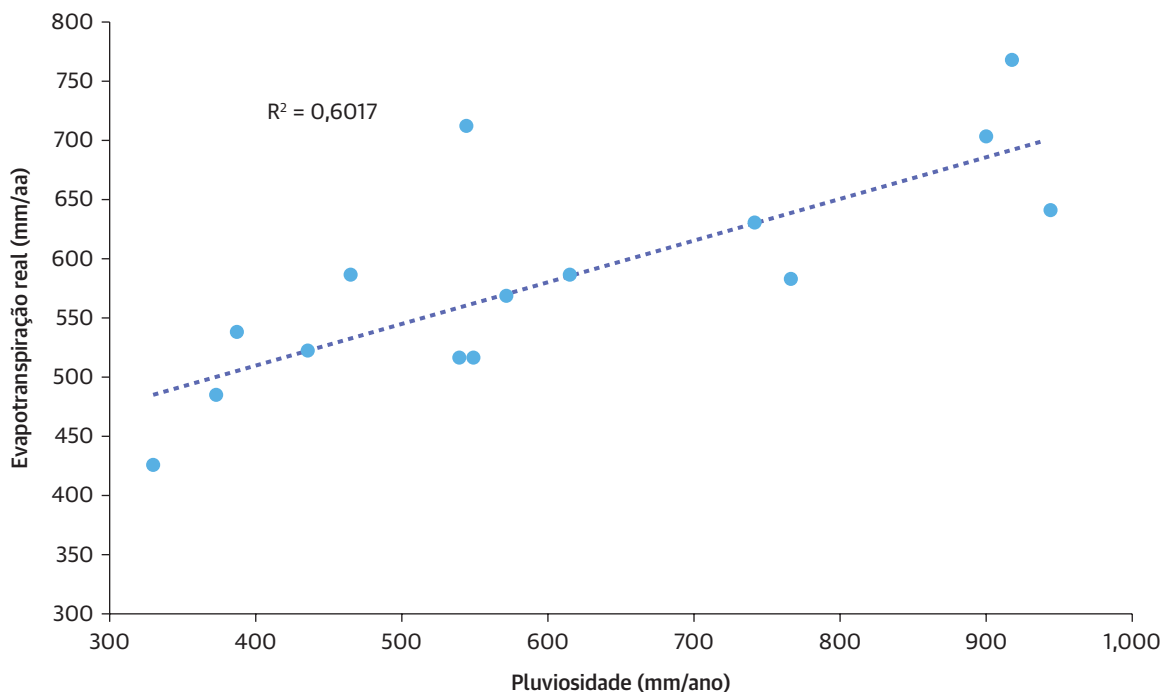
Na bacia do Cuvelai existe uma significativa variabilidade interanual da precipitação. Esta

FIGURA 4.7. Precipitação média anual (P) para as três sub-bacias do Cuvelai combinadas, 2003–2018



Nota: Eta = evapotranspiração real

FIGURA 4.8. Correlação entre P anual e ETa anual para a sub-bacia da Planície de Angola, 2003–2018



variabilidade tem de ser considerada na concepção de infra-estruturas robustas de captação de água, que podem ser utilizadas durante a maior parte do ano.

Para este efeito, foram preparadas curvas de frequência P e ETa para cada uma das três sub-bacias, utilizando os conjuntos de dados de 2003–2018 (exemplo mostrado na Figura 4.9). Curvas de frequência semelhantes foram preparadas para os valores “Excesso de P-ETa estação húmida” e “Défice de P-ETa estação seca”.

Por exemplo, a Figura 4.10 mostra a probabilidade de anual de exceder (AEP) para o excesso acumulado de P-ETa durante a estação húmida de seis meses (Outubro a Março) para os anos 2003–2018. A tabela 4.3 resume a AEP para diferentes valores de probabilidade, para cada um dos quatro parâmetros climáticos utilizados nos cálculos do balanço hídrico, para cada uma das três sub-bacias.

O traçado das curvas de precipitação e de frequência ETa (ver Figura 4.11) para as sub-bacias

mostra que em anos com precipitação inferior à média, a ETa ultrapassa rapidamente a quantidade de precipitação recebida no mesmo ano (ou seja, a AEP equivale a cerca de 45%). Isto implica que em qualquer ano com precipitação abaixo da média, a evapotranspiração é sustentada pela água disponível na bacia, resultando numa redução da humidade armazenada na vegetação e nos solos e na possibilidade de recarga das águas subterrâneas. O escoamento superficial será reduzido, levando a uma redução do potencial de captação e a água estagnada nos canais e nas bacias evaporará mais rapidamente.

Foram obtidos balanços indicativos de água para as três sub-bacias utilizando os valores de P, ETa, “Excesso de P-ETa da estação húmida”, e “Défice de P-ETa da estação seca” a 60% (3 anos em 5), 70%, 80% (4 anos em 5), e 90% (9 anos em 10) de probabilidade de excedência. Os resultados são apresentados no Anexo B.

O potencial estimado de captação de águas superficiais para a sub-bacia da planície de Angola

TABELA 4.2. Balanço hídrico provisório para as três sub-bacias do Cuvelai, 2003–2018

Sub-bacia	Médias P e ET			3 Sub-bacia
	Cuvelai superior	Terras baixas Angola Namíbia	Terras baixas	
Área da bacia (km ²)	13,122	10,206	12,393	35,721
Terras secas (%)	95	80	80	86
Pluviosidade anual média (mm/ano)	765.9	593.9	470.0	614.1
Eta GLEAM (mm/ano)	726.9	582.6	447.9	588.9
Excesso P-ET (estação das chuvas) (mm/ano)	289.5	224.0	187.4	235.4
Défice P-ET (estação seca) (mm/ano)	-236.9	-199.4	-152.8	-197.0
Défice = % Excesso	81.8	89.0	81.5	83.8
Taxa de infiltração (%P) @ terras secas	36	44	40	39.4
Infiltração I (mm/ano) @ terras secas	276	261	188	182.4
Recarga de águas subterrâneas (%P) @ terras secas	2.5	1.0	5.0	2.9
Recarga de águas subterrâneas (mm/ano) @ terras secas	19	6	23	17.0
Reservatório água no solo (mm/ano)	257	255	164	165
Canais e depressões	5	20	20	14
Disponibilidade líquida água superfície (mm/ano)	28	15	37	27.2
Disponibilidade líquida água superfície (MCM/ano)	362	152	458	973
% escoamento que sai da sub-bacia	75	15	7	4
Escoamento que sai da sub-bacia (MCM/ano)	272	64	37	37
Potencial de recolha (MCM/ano)	91	360	485	936
Terras inundáveis (Km ²)	656	2,041	2,479	5,176
Profundidade inundada (mm)	138	177	196	169.1
Armazenamento na estação húmida na bacia (mm/ano) @ bacia	251	240	171	166
Usos consuntivos (mm/ano) @ bacia	0	0	0	0
Recarga de águas subterrâneas (mm/ano) @ terras secas	18	5	19	15
Escoamento para fora da bacia (mm/ano) @ bacia	21	6	3	1
Transferência inter bacias (IBT) (MCM/ano)	0	0	0	0
P – ETa – R – G + IBT (ano)	0	0	0	10
Equilíbrio hídrico na estação seca (mm/ano) @ bacia	14	40	18	-31

Nota: Ver mapa 4.2. P-ETa = precipitação menos a evapotranspiração real; GLEAM = Evaporação global terrestre pelo modelo de Amsterdão.

em diferentes valores de AEP estão resumidos na Tabela 4.4. Embora com a falta de dados hidrológicos e sendo o balanço hídrico apenas indicativo, é evidente que o potencial de captação de águas superficiais se reduz rapidamente durante os anos de seca. Além disso, como o armazenamento de água na bacia é limitado, o potencial irá diminuir ainda mais durante um segundo ou terceiro ano de seca consecutivo, quando quaisquer reservas residuais de água na bacia tiverem sido esgotadas.

Planeamento de infra-estruturas

A escolha das infra-estruturas a construir em cada comunidade dependerá em grande parte da disponibilidade, variabilidade e qualidade dos recursos hídricos que podem ser mobilizados nas proximidades, bem como da procura total de água, para consumo humano e outras necessidades. Assim, é necessário um conhecimento

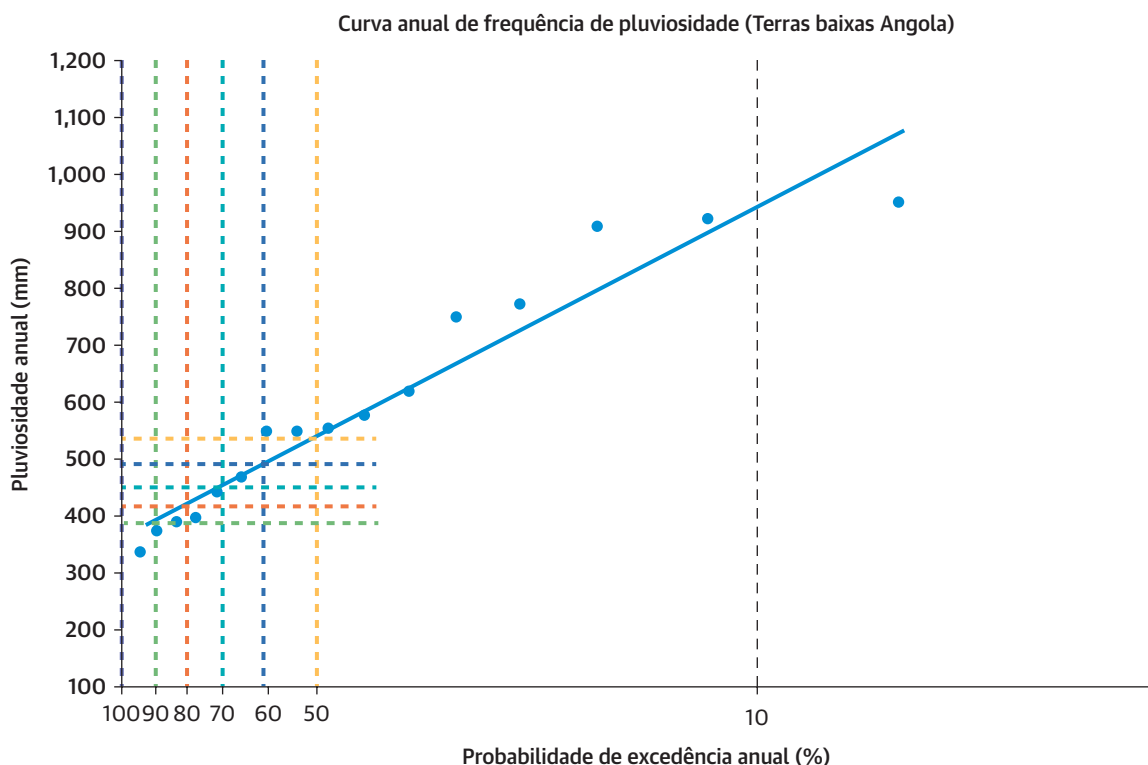
suficiente dos regimes das águas subterrâneas e superficiais da região, bem como o envolvimento com a comunidade para avaliar a procura e discutir acordos de governação.

Na secção 3.1 do presente relatório é apresentada uma Tabela de esquema de tomada de Decisão para Infra-estruturas de Abastecimento e Captação de Água Rural. O princípio orientador do esquema de tomada de Decisão é fornecer a fonte mais fiável e segura de abastecimento de água, ou combinação de fontes, tendo em conta a variabilidade climática prevalecente no Sul de Angola.

Uso de águas subterrâneas

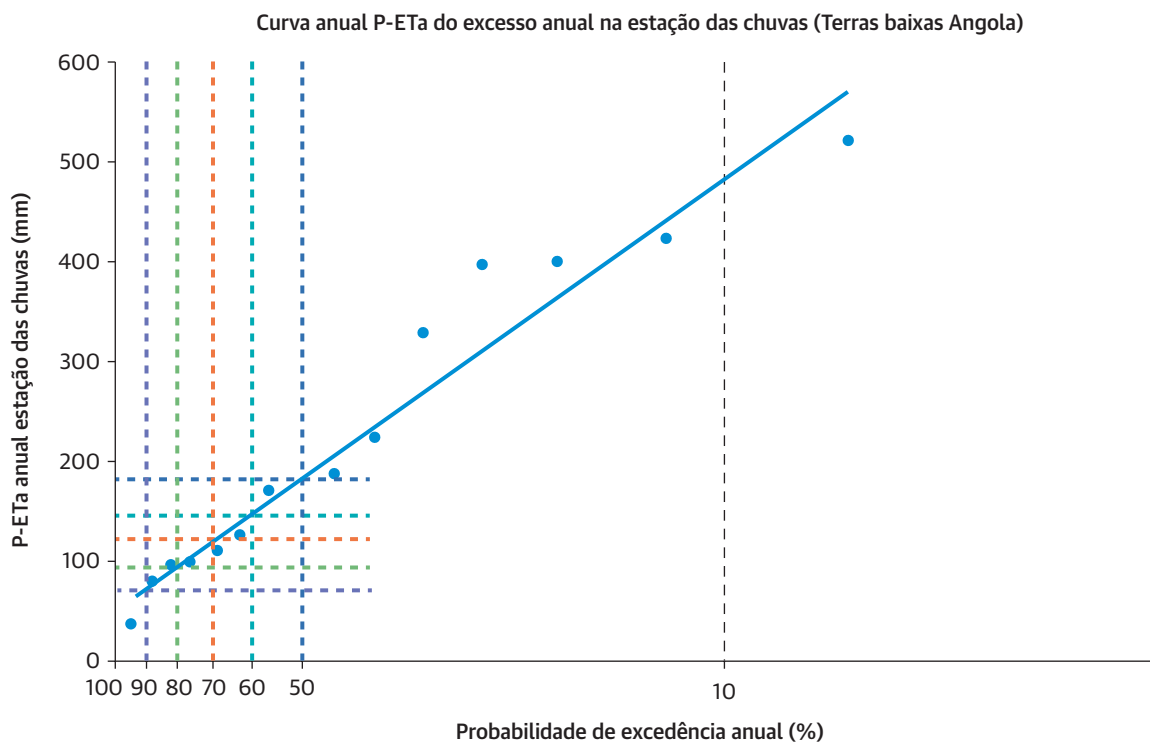
As águas subterrâneas são a opção preferida para o abastecimento de água, porque tendem a ser menos vulneráveis a variações climáticas de curto prazo e estão amplamente protegidas da poluição antropogénica (incluindo a agricultura

FIGURA 4.9. Probabilidade de excedência anual dos valores anuais de precipitação, Planície de Angola



Fonte: Com base nos dados de 2003–2018.

FIGURA 4.10. Probabilidade de excedência anual dos valores “P-ETa” da estação húmida para a Planície de Angola



Fonte: Com base nos dados de 2003–2018.

TABELA 4.3. Probabilidades anuais de exceder para diferentes parâmetros climáticos (Captura Superior)

Probabilidade de excedência anual	50%	60%	70%	80%	90%
Bacia superior					
Pluviosidade (mm/ano)	700	650	610	565	530
ETa (mm/ano)	720	670	620	585	550
Excesso na estação das chuvas P-ETa (mm/ano)	240	205	170	140	115
Déficit P-ET estação seca (mm/ano)	-245	-255	-265	-270	-275
Terras baixas de Angola					
Pluviosidade (mm/ano)	540	490	455	420	390
ETa (mm/ano)	555	535	520	500	490
Excesso na estação das chuvas P-ETa (mm/ano)	185	150	120	95	70
Déficit P-ET estação seca (mm/ano)	-210	-220	-228	-236	-243
Terras baixas da Namíbia					
Pluviosidade (mm/ano)	420	375	345	310	290
ETa (mm/ano)	425	405	385	370	360
Excesso na estação das chuvas P-ETa (mm/ano)	145	115	90	65	45
Déficit P-ET estação seca (mm/ano)	-167	-180	-190	-200	-207

Fonte: Com base nos dados de 2003–2018.

Nota: P-ETa = precipitação menos a evapotranspiração real.

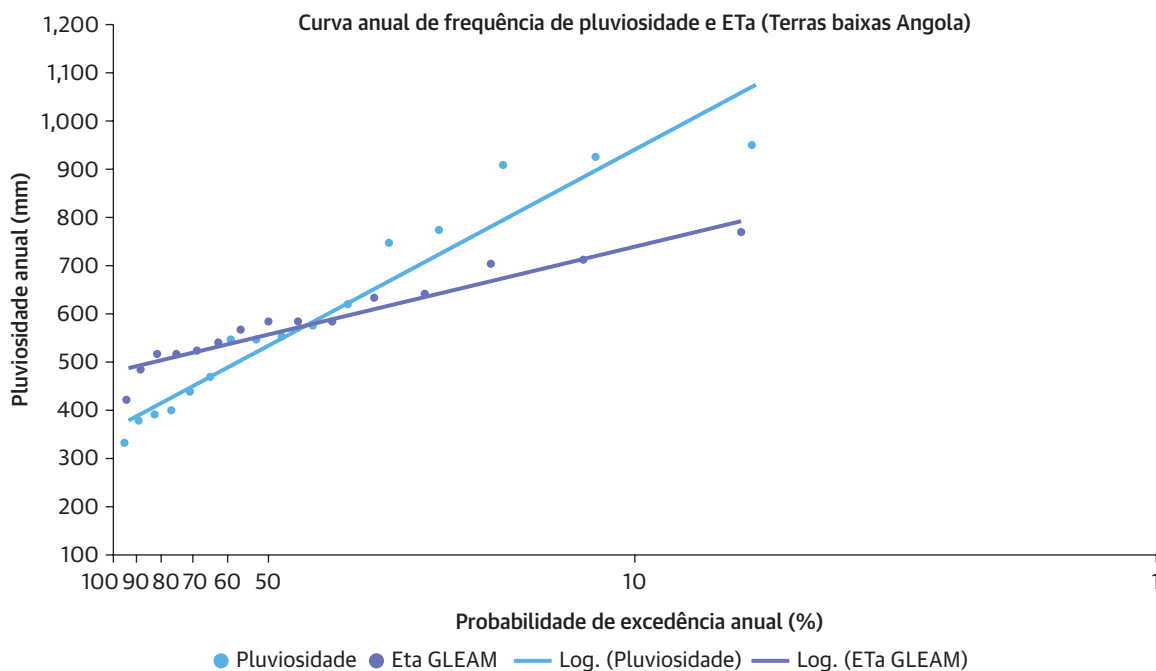
e a pecuária). Contudo, as condições das águas subterrâneas variam em toda a bacia do Cuvelai. Os recursos de águas subterrâneas pouco profundos, que são explorados através de cacimbas e poços abertos, têm um potencial limitado. Por conseguinte, os estudos das águas subterrâneas necessitam de confirmar onde existem aquíferos intermédios ou profundos e a qualidade das águas subterrâneas é aceitável, a fim de avaliar onde e em que medida as águas subterrâneas podem satisfazer de forma sustentável a procura de água necessária.

Para além da necessidade urgente de mapear os recursos de águas subterrâneas em toda a bacia do Cuvelai, de monitorizar as condições das águas subterrâneas para estabelecer a sua dinâmica, e de avaliar o seu potencial, é também necessário fazer investigações sistemáticas no local como preparação para perfurar novos poços ou furos, para aumentar a sua taxa de sucesso, reduzir o seu custo, e aumentar a sua sustentabilidade. Os

resultados dos estudos das águas subterrâneas, os dados de monitorização das águas subterrâneas (incluindo os níveis das águas subterrâneas, a qualidade das águas subterrâneas, e as utilizações das águas subterrâneas), e os dados sobre os detalhes técnicos e o estado operacional dos poços/furos devem estar publicamente disponíveis, a fim de apoiar o desenvolvimento deste recurso estratégico e de garantir a sua sustentabilidade.

Com base no conhecimento actual (limitado) dos recursos de águas subterrâneas na bacia do Cuvelai, o potencial global das águas subterrâneas a profundidades de $0 < 200$ m parece ser limitado e as águas subterrâneas não poderão ser exploradas. Por esta razão, as águas subterrâneas podem ser consideradas como um recurso estratégico e complementar, fornecendo água potável segura para consumo humano e segurança hídrica durante episódios de seca, enquanto que uma parte tão grande quanto possível da

FIGURA 4.11. Curva de frequências para Precipitação e ETa anuais para Planície de Angola



Fonte: Com base nos dados de 2003–2018.

Nota: Eta = evapotranspiração real

TABELA 4.4. Potencial de captação de água de superfície para a sub-bacia das terras baixas de Angola, para diferentes valores AEP

Terras baixas Angola		
Pluviosidade recebida	Potencial de captação de águas de superfície	
	Mcm/Ano	%
Média	360	100%
60% AEP	277	77%
70% AEP	202	56%
80% AEP	169	47%
90% AEP	103	29%

Fonte: Com base nos dados de 2003–2018.

Nota: AEP = Probabilidade de excedência anual.

procura de água pode ser satisfeita a partir da captação de águas superficiais.

Actualmente, uma grande parte dos furos existentes está fora de serviço por longos períodos de tempo devido a falha da bomba, painel solar, ou outras partes ou devido à deterioração do rendimento do furo ou redução da disponibilidade de recursos. A criação de Comitês de Água locais, responsáveis pela cobrança de taxas de utilização e encarregados da manutenção e pequenas reparações, reduzirá a taxa de avarias dos furos e assegurará reparações rápidas (ver fotografias 4.9 e fotografias 4.10). Para reparações maiores, planeamento, financiamento e capacidade técnica precisam de ser desenvolvidos a nível local (comuna e província).

Evidências da Namíbia sugerem que a uma maior profundidade (> 200 m) os recursos de águas subterrâneas profundas estão disponíveis sob partes da bacia do Cuvelai (Fotografia 4.13). Mesmo que estudos regionais (incluindo a nível transfronteiriço) confirmem o potencial das águas subterrâneas profundas, isto não altera significativamente as prioridades para o abastecimento de água rural no Cuvelai. A captação de águas subterrâneas de aquíferos profundos

tem um desenvolvimento dispendioso (elevado custo dos furos e das bombas), e uma operação e manutenção dispendiosa (elevados custos de bombeamento e das peças sobressalentes). As águas subterrâneas profundas serão mais caras do que as soluções de abastecimento de água de baixo custo disponíveis e requerem mais conhecimentos especializados e capacidades que muito provavelmente não estarão disponíveis localmente.

Utilização das águas de superfície

Actualmente, as águas de superfície representam de longe o maior recurso hídrico confirmado na bacia do Cuvelai. A fim de desenvolver ainda mais o potencial de captação de águas superficiais na região, é necessário fazer estudos com o objetivo de:

1. Mapear os canais activos (ver photos 4.11) e a extensão das áreas inundadas sazonalmente durante um número suficiente de anos para identificar a dinâmica e a evolução do sistema de drenagem do Cuvelai em relação às condições climáticas predominantes.
2. Modelar hidrologicamente o sistema de drenagem do Cuvelai para confirmar a

distribuição espacial e a variabilidade dos caudais nos vários sistemas de canais para confirmar o potencial de captação de águas superficiais.

3. Com base nos resultados dos estudos hidrológicos e da análise SIG do DEM (Modelo Digital de Elevação), e dos mapas de uso do solo, solo e outros, mapear locais adequados para a construção de *chimpacas* e cisternas.

Estes estudos devem identificar locais que apresentem, para além de fluxos de água de superfície fiáveis durante a maior parte dos anos (quer de canais activos quer de inundações de bacias e depressões suficientemente grandes), condições geológicas, geomorfológicas, do solo e de uso do solo favoráveis que permitam a delimitação de implúvios suficientemente grandes.

Uma grande desvantagem das *chimpacas* é a contaminação quase sistemática devido à presença de animais dentro ou perto do reservatório, criando um risco para a saúde pública das populações humanas que utilizam as mesmas *chimpacas* para o seu abastecimento de água potável. Os esforços para manter os animais afastados, através de vedações do reservatório de água e das suas imediações, falham frequentemente, uma vez que as vedações são

vandalizadas para dar acesso aos animais. Por esta razão, recomenda-se a construção de *chimpacas* juntamente com cisternas que captam água exclusivamente para uso humano. As cisternas recolhem volumes de água menores do que as *chimpacas*, mas asseguram uma maior higiene. Têm normalmente uma maior relação profundidade/área e podem ser revestidas e cobertas, para reduzir as perdas por evaporação.

O Anexo C inclui esquemas padrão e secções transversais para *chimpacas* e cisternas. O desenho das *chimpacas* e cisternas deve incluir um implúvio suficientemente grande para proporcionar uma fiabilidade de 80% para encher num determinado ano (encher pelo menos 4 anos em 5). Em áreas com baixo potencial de captação pode ser aplicado um nível de fiabilidade inferior, desde que a segurança da água para as populações possa ser assegurada por outras fontes próximas durante os períodos de seca. As ilhas arenosas geram um escoamento muito baixo, devido aos solos arenosos soltos e à topografia quase plana. Além disso, muitas ilhas são ocupadas por *kimbos* que preparam as terras circundantes para o cultivo de culturas regadas pelas chuvas, para as quais o solo superficial é trabalhado para aumentar a infiltração. Portanto, o desenho das *chimpacas* e cisternas deve ser baseado no

FOTOGRAFIA 4.9. Furo equipado com bomba solar e reservatório de armazenamento de 5 m³ em Ondjiva sede



Nota: O furo é gerido por uma comissão da água local (à esquerda); gestor de pontos de água, nomeado pela comissão, com registos de taxas pagas pelos utilizadores (à direita).

escoamento gerado pelos canais, planícies aluviais, e depressões com solos sedosos e argilosos e vegetação escassa.

O “excesso de P-ETa estação húmida” acumulado por estação chuvosa (Outubro até Março) mostra uma forte correlação com “P-ETa estação húmida” Figura 4.12. A P-ETa (Outubro-Março) é uma boa medida da precipitação líquida (Pnet) recebida por canais e depressões com baixa infiltração e será utilizada para determinar especificações de desenho para chimpacas e cisternas.

A correlação entre a P-ETa (Outubro-Março) e a P (Outubro-Março) para a sub-bacia das terras baixas de Angola foi utilizada para estimar as quantidades de precipitação líquida diária que podem ser recolhidas Figura 4.14, com base nos dados de precipitação diária em Ombala Yo Mungu (localização mostrada na Figura 4.1) para o período 1998–2019.

Em primeiro lugar, para cada estação chuvosa do período 1998–2019, foi calculada a precipitação líquida acumulada, com base nas quantidades de precipitação acumulada sazonal (Figura 4.13).

Como se pode ver, a Pnet sazonal é altamente variável, flutuando entre 0 e 423 mm por estação (a média é 120 mm) durante o período de 21 anos, e 5 dos últimos 7 anos mostram valores de Pnet zero.

Em segundo lugar, com base no rácio de Pnet/P determinado para cada estação individual, os valores diários de pluviosidade foram convertidos em Pnet diário. Os resultados são mostrados na Figura 4.14.

A partir dos valores diários de P e Pnet podem ser extraídos gráficos de pluviosidade acumulada para uma estação chuvosa. A Figura 4.15 mostra como, com base nos dados de pluviosidade em Ombala Yo Mungu, P e Pnet acumulados evoluem ao longo da estação chuvosa 2003/2004, que foi caracterizada por uma quantidade média de pluviosidade.

Com base na evolução da Pnet acumulada, podem ser calculadas as quantidades de água superficial recolhida para diferentes níveis de pluviosidade. A Figura 4.16a mostra, para níveis de pluviosidade, a rapidez com que uma cisterna padrão (medindo 20 m x 5 m x 5 m) e uma *chimpaca* padrão (medindo 80 m x 60 m x 4 m) se enchem durante um ano de precipitação média.

FOTOGRAFIA 4.10. Furo equipado com bomba Volanta para abastecimento de água comunitária e de criação em Omulova, Comuna Namakunde



Nota: A bomba é gerida pela comissão da água local.

FOTOGRAFIA 4.11. Canal activo do sistema de drenagem do Cuvelai nas planícies do Cuvelai (à esquerda); Kimbo perto de Ohenghali, Comuna Mongua, com campo preparado para o cultivo de regadio durante a próxima estação chuvosa (direita)



Com respectivamente um implúvio de 0,5 hectares (ha) e um implúvio de 20 ha, uma cisterna padrão e uma *chimpaca* padrão enchem-se em cerca de 160 dias.

Gráficos semelhantes podem ser traçados para anos com precipitação abaixo da média, com diferentes tamanhos de implúvio e para diferentes tamanhos de *chimpacas*/cisternas, para explorar quais os tamanhos de *chimpacas*/cisternas e quais os tamanhos de implúvio que proporcionam o máximo potencial de captação com o mais alto grau de fiabilidade.

A Figura 4,16b mostra para os mesmos tamanhos de implúvio o grau de enchimento num ano com precipitação abaixo da média (Probabilidade de Excesso Anual de 60%). Como se pode ver, as cisternas requerem um implúvio superior a 1 ha para encher e as *chimpacas* só enchem a metade com um implúvio de 20 ha.

Com base nos dados de precipitação diária para o período 1998–2019 em Ombala Yo Mungu, os tamanhos de implúvio necessários para encher completamente as *chimpacas* e cisternas foram determinados para diferentes probabilidades de excedência de precipitação sazonal (ver Tabela 4.5). Como Ombala Yo Mungu recebe menos 13% de precipitação do que a média das terras baixas

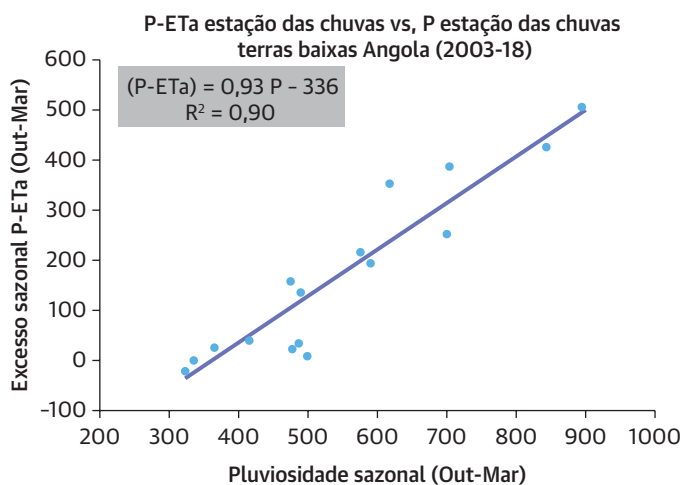
de Angola, os tamanhos de implúvio requeridos são um pouco menores noutras partes da bacia.

Como os tamanhos de implúvio necessários aumentam rapidamente durante anos com precipitações abaixo da média, as *chimpacas* e cisternas de tamanho padrão podem não ser capazes de captar volumes de água suficientes durante anos moderadamente secos e não recolherão qualquer água durante os anos mais secos (um ano em cada cinco). Ao mesmo tempo, atingirão a sua capacidade máxima de armazenamento muito antes do final da estação chuvosa durante os anos chuvosos.

Esta limitação pode ser (parcialmente) ultrapassada, assegurando que:

- *Chimpacas* ou cisternas muito grandes sejam construídas em locais adequados e estratégicos, e se encham durante os anos médios húmidos, armazenando água que possa ser utilizada durante o ano seguinte;
- As *chimpacas* e cisternas são ligadas através de canais activos com o sistema de drenagem do Cuvelai para beneficiar dos fluxos sazonais; e
- Soluções de abastecimento de água de reserva, como furos, asseguram pelo menos o abastecimento de água para consumo humano durante os anos de seca

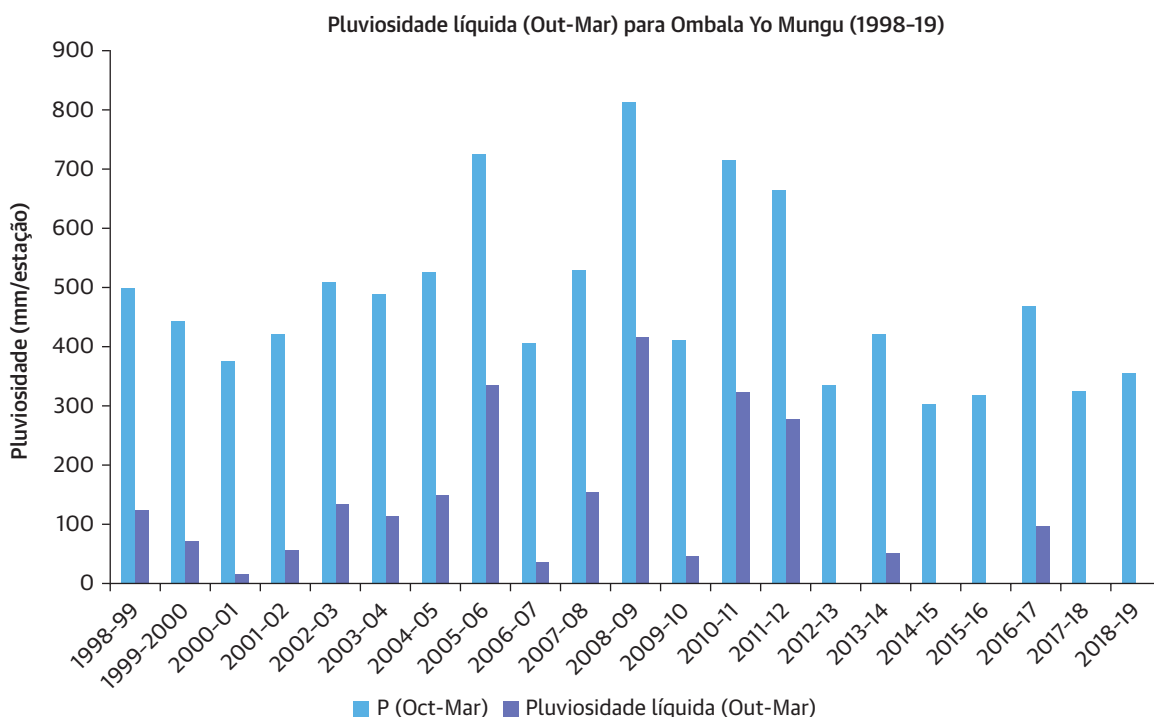
FIGURA 4.12. Correlação entre “excesso de P-ETa da estação húmida” e “P estação húmida”



Fonte: Com base em dados mensais acumulados para as estações chuvosas de Outubro a Março no período 2003–2018.

Nota: Eta = evapotranspiração real

FIGURA 4.13. Chuva da estação húmida P (outubro-março) e chuva líquida Pnet calculada da estação húmida de em Omabala Yo Mungu.



Fonte: Com base em dados diários acumulado para as estações chuvosas de Outubro a Março no período 1998–2019.

As seguintes observações adicionais podem ser feitas para a concepção e funcionamento de chimpacas e cisternas:

- Para otimizar o armazenamento activo, é necessário fazer regularmente a dragagem das chimpacas e cisternas. O ideal é que a dessalinização seja gerida pela comunidade e financeiramente possível através de taxas de utilização de pontos de água, mas poderia, alternativamente, ser gerida a nível da comunidade.
- As *chimpacas* têm elevadas perdas por evaporação em resultado da sua grande superfície e profundidade limitada. Para a construção de grandes *chimpacas* é recomendado aumentar a relação profundidade/área escavando vários metros das margens subjacentes.
- Para proteger a qualidade da água colhida, o implúvio das cisternas tem de ser demarcado/encerrado para evitar o pastoreio dos animais no seu interior.
- Para as cisternas, recomenda-se a construção de depósitos de detritos e armadilhas de sedimentos e a utilização de filtros de rocha

para regular o fluxo para a cisterna (ver fotografia 4.12).

- Para gerar um armazenamento suficiente e reduzir as perdas por evaporação, as cisternas devem ser parcialmente escavadas nas margens subjacentes.
- A água das cisternas pode ser fornecida através de torneiras, utilizando energia solar.

Observações, recomendações e conclusões sobre as opções de abastecimento de água na bacia do Cuvelai

Nenhum recurso hídrico pode proporcionar segurança hídrica para todas as utilizações no Cuvelai. Por conseguinte, recomenda-se uma mistura de soluções, com a captação de águas superficiais a satisfazer a maior parte da procura de água rural e as águas subterrâneas a fornecerem segurança de água às populações humanas e ao gado em áreas críticas e durante os anos secos.

As águas superficiais representam o maior recurso hídrico disponível no Cuvelai, e a sua captação pode ser expandida. As águas superficiais podem

FIGURA 4.14. Precipitação diária e precipitação líquida estimada em Ombala Yo Mungu durante as estações chuvosas de 1998–2019

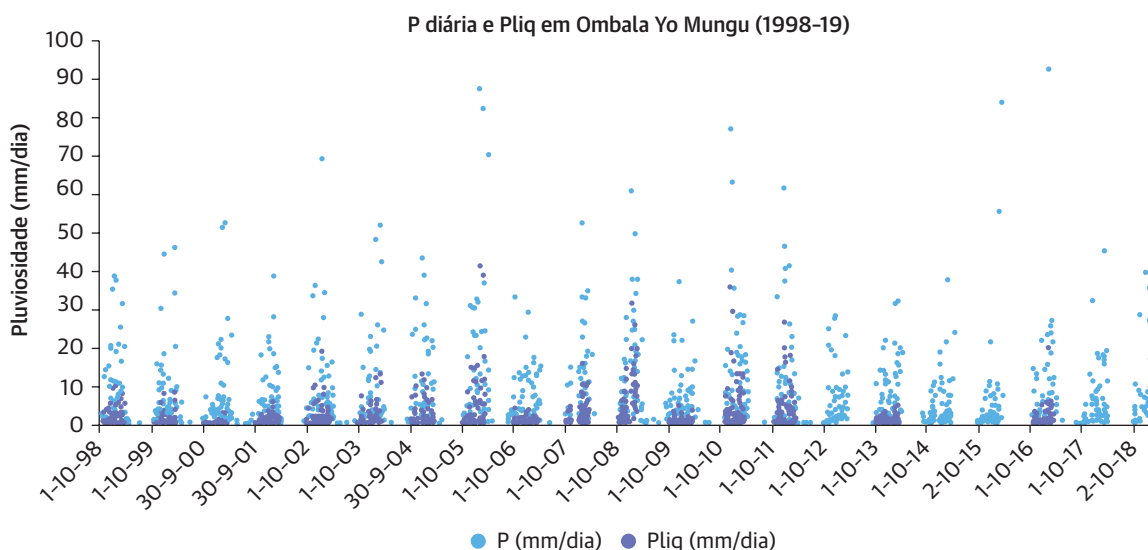


FIGURA 4.15. Precipitação cumulativa e precipitação líquida em Ombala Yo Mungu para uma estação chuvosa média

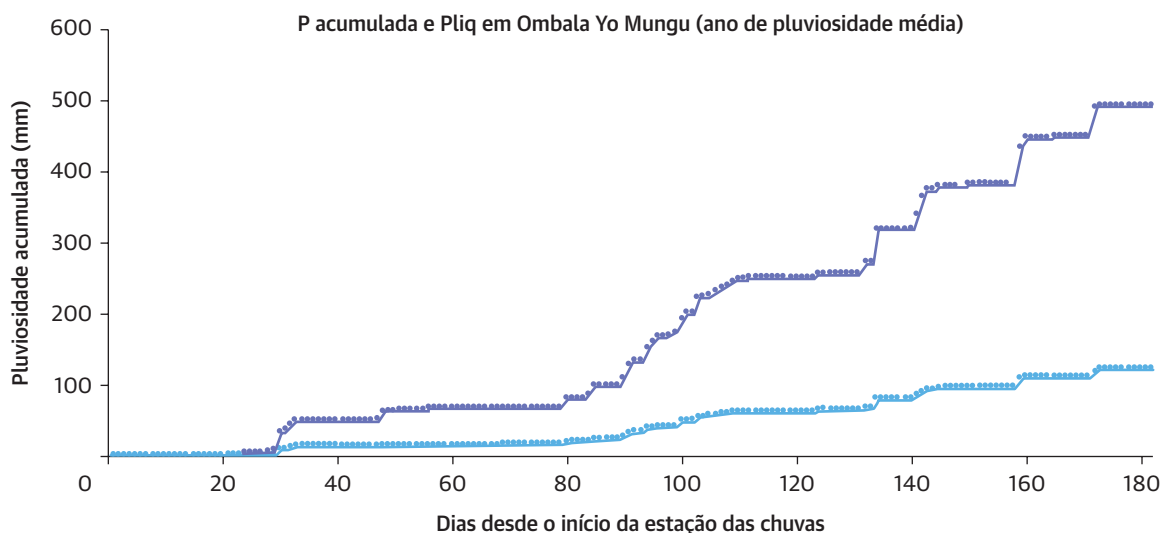


FIGURA 4.16. Curva de enchimento de *chimpacas* e cisternas padrão para diferentes tamanhos de implúvio durante uma estação chuvosa com precipitação média (esquerda) e precipitação abaixo da média (AEP = 60%) (à direita)

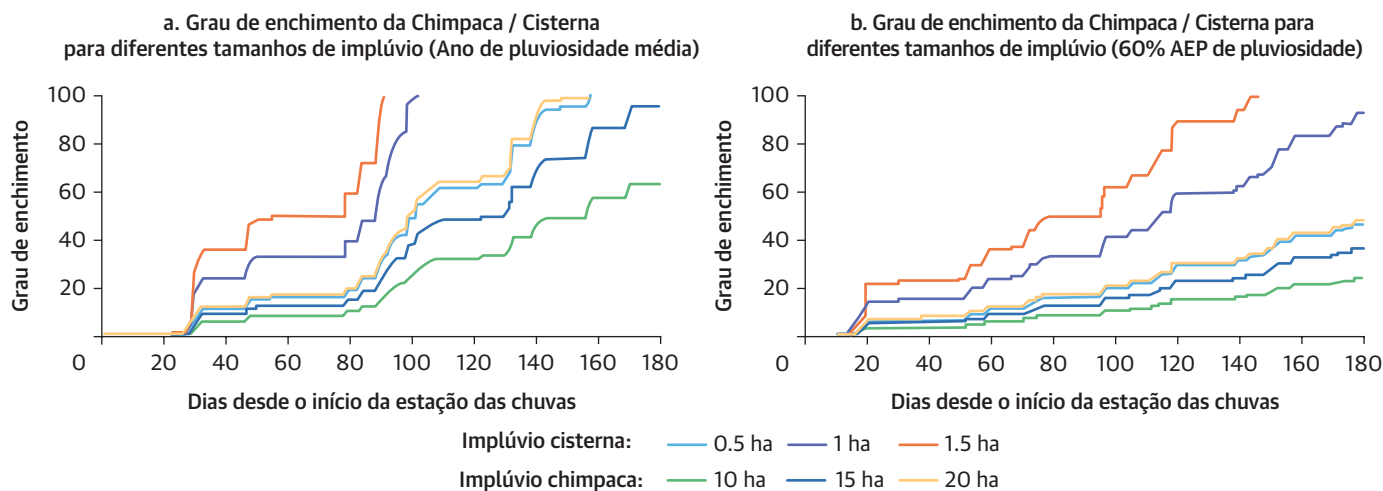


TABELA 4.5. Tamanhos do implúvio necessários para chimpacas e cisternas padrão e grandes, dependendo da quantidade de precipitação sazonal líquida recebida (Outubro a Março)

Aep de P (Out-Mar) (%)	Pnet (Out-Mar) (Mm)	Tamanho da chimpaca		Tamanho da cisterna	
		Standard 80 X 60 X 4 M 19.200 M ³	Grande 120 X 80 X 8 M 76.800 M ³	Standard 20 X 5 X 5 M 500 M ³	Grande 30 X 5 X 8 M 1.200 M ³
33	140	13.7	54.7	0.4	0.9
40	123	15.6	62.4	0.4	1.0
50	80	24.0	96.0	0.6	1.5
60	46	41.3	165.2	1.1	2.6
75	20	94.0	376.1	2.4	5.9

Nota: AEP = Probabilidade de excedência anual.

fornecer a maior parte da procura de água pelos animais (excepto durante as secas) e, se correctamente concebida, também uma parte da procura humana.

A actual utilização partilhada de *chimpacas* para consumo humano e animal cria um risco para a saúde pública. Recomenda-se a construção de *chimpacas* em conjunto com cisternas, exclusivamente dedicadas ao consumo humano.

Para proporcionar uma maior segurança da água, por exemplo ao longo dos corredores de transumância, recomenda-se que *chimpacas* maiores e, mais importante, mais profundas sejam construídas em locais adequados. Tais *chimpacas* estratégicas devem ser concebidas de modo a terem um armazenamento suficiente para colmatar curtos períodos de seca.

Para otimizar o armazenamento activo, o esvaziamento das *chimpacas* e cisternas deve ser feito com regularidade. O ideal seria que a dessalinização fosse gerida pela comunidade e financeiramente possível através de taxas de utilização dos pontos de água.

Águas subterrâneas pouco profundas, exploradas através de poços abertos e *cacimbas*, fornecem água de boa qualidade de aquíferos pouco profundos, mas o seu potencial é muito limitado. Quando presente, pode ser utilizada para abastecer famílias individuais.

As águas subterrâneas médias a profundas (até 200 m de profundidade) parecem ter um potencial moderado na parte angolana do Cuvelai. O potencial das águas subterrâneas de média profundidade deve ser melhor mapeado e explorado, exigindo a recolha sistemática de informação sobre furos, características dos aquíferos, níveis de águas subterrâneas, e qualidade das águas subterrâneas. Um estudo regional que avalie o potencial das águas subterrâneas de profundidade média é uma prioridade.

Actualmente, uma grande parte dos furos existentes está fora de serviço por longos períodos de

tempo devido a falha da bomba, do painel solar ou do furo. A criação de Comités de Água locais, responsáveis pela cobrança de taxas de utilização e encarregados da manutenção e pequenas reparações, pode melhorar grandemente a funcionalidade dos furos.

Testes realizados na Namíbia sugerem a presença de um aquífero regional profundo sob parte da bacia do Cuvelai-Etoshá. Recomenda-se que, em colaboração com a Namíbia, sejam realizadas investigações sobre este recurso hídrico potencialmente estratégico transfronteiriço. No entanto, a confirmação de um aquífero profundo não alteraria significativamente as prioridades de abastecimento de água rural no Cuvelai, uma vez que a captação de águas subterrâneas de aquíferos profundos é dispendiosa e será mais cara do que as soluções de abastecimento de água de baixo custo disponíveis.

Estudo de caso 2: identificação de secções fluviais com potencial para a construção de recarga gerida de aquíferos em pequena escala na província do namibe

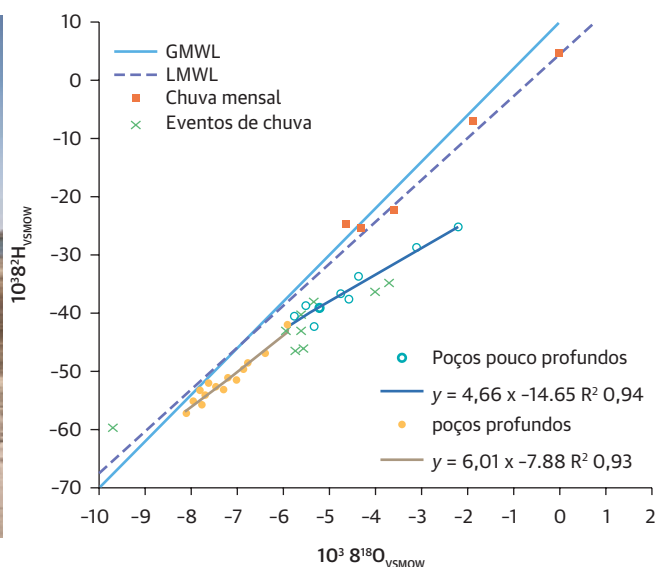
Introdução

Esta secção apresenta os resultados dos esforços para identificar secções fluviais com potencial para a construção de soluções de recarga gerida em pequena escala de aquíferos (MAR/RGA) a nível comunitário, aproximando o desenho, a capacidade de armazenamento potencial para cada local em consideração, e os benefícios esperados. A análise centra-se em duas áreas: os municípios de Bibala e Camucuiu na província do Namibe (ver mapas 4.6–4.8, e tabela 4.6). As comunas nestas duas áreas estão na lista de comunas prioritárias desenvolvidas nos Capítulos 2 e 3. Foram seleccionadas para esta avaliação inicial durante missões de campo anteriores, quando foi identificado o potencial para estes tipos de estruturas na zona.

FOTOGRAFIA 4.12. Armadilha de sedimentos que protege a cisterna (“berkat”) na Somalilândia (duas imagens à esquerda) e armadilha de sedimentos com filtro de areia para duas cisternas diferentes em Djibuti (duas imagens à direita)



FOTOGRAFIA 4.13. Furo profundo artesiano em Okashana (esquerda) e concentrações de isótopos estáveis nas águas subterrâneas na parte da bacia do Cuvelai-Etoshia na Namíbia (direita)



Fonte: Hamutoko et al., 2017.

Geografia física da área de estudo

A geologia da área consiste em extensos afloramentos de granito e outras rochas ígneas, formando planícies e colinas e, em princípio, não é adequada à acumulação de água no subsolo, para além do que é mantido nos depósitos aluviais que enchem os cursos de água. Uma das principais oportunidades para aumentar a disponibilidade de água na estação seca consiste na acumulação de água de superfície em estruturas como barragens, incluindo barragens de areia.

No que respeita à climatologia, o que foi explicado nos capítulos anteriores é logicamente aplicável ao Namibe. É importante notar que os últimos anos, que foram mais secos para toda a região, fizeram com que esta parte da província - que em anos normais regista pouca precipitação - experimentasse uma aridez consistente. Para a área do Giraul, a precipitação média caiu nos últimos seis anos de 740 mm/ano para 500 mm/ano; na área de Chingo, diminuiu de 500 mm/ano para 300 mm/ano.

Ambas as áreas de estudo são caracterizadas por cursos de água em que o fluxo não é alimentado por nascentes significativas. O padrão hidrológico

deste tipo de bacia é condicionado por características geomorfológicas e climáticas, principalmente pela pluviosidade, pelos declives e pela geologia.

Em certa medida, a província do Namibe é geomorfológicamente homogénea. Caracteriza-se principalmente pela escarpa que divide o Planalto da Huila da planície que desce em direcção ao mar. Portanto, a maioria dos vales na zona são paralelos, fluindo da escarpa para o mar, embora com diferenças nas suas encostas (por exemplo, na zona do Giraul, as encostas das bacias têm um declive de cerca de 4%, enquanto que em Chingo raramente vão além de 0,5%).

A altura do planalto, que atinge elevações até 2.300 metros acima do nível do mar, assegura um elevado volume de precipitação que fornece água corrente nas cabeceiras durante a estação das chuvas.

O caudal nos principais rios segue o padrão de distribuição da precipitação, com picos nos meses de Março e Abril e cinco meses de caudal nulo de Maio a Outubro. Há pouca informação sobre se os padrões mudaram nos últimos anos (os padrões de precipitação não mudaram; apenas as quantidades foram reduzidas).

Uma análise das imagens passadas do Google Earth do Namibe mostra fluxos importantes e algumas inundações apenas no mês de Abril de 2008 e uma menor em Janeiro de 2018.

Localizações adequadas: Caracterização e desafios

A partir dos mapas 4.7 e 4.8, pode-se ver que numerosos pontos potenciais foram pré-seleccionados na missão inicial ou durante o trabalho de gabinete preliminares, mas em Agosto de 2019, após mais avaliações e visitas de campo, apenas três locais eram adequados para pilotar esta infra-estrutura com sucesso. Neste relatório sumário, apenas são incluídas as análises dos locais adequados.

Dois tipos de pequenas barragens são adequados para ambientes em que a evaporação é um problema: barragens de subsuperfície e barragens de areia.

A típica barragem de areia é construída onde um riacho escavou o seu curso num substrato

impermeável, tal como um substrato cristalino ou uma formação argilosa ou margas onde a rocha está exposta. Uma barragem de areia também pode ser construída sobre diferentes tipos de rochas, tais como calcário, mas deve ser dada muita atenção à presença de fracturas ou cavidades. Espera-se que a barragem seja cheia por sedimentos (normalmente areia) transportados pelos fluxos do ribeiro. Na área de estudo, o transporte de sedimentos ainda não foi estudado e o tempo de enchimento é desconhecido. A acção da barragem pode provocar uma captação inicial de água livre, e depois um enchimento gradual com sedimentos. Neste período, a água é sujeita a evaporação. Uma vez a barragem cheia de sedimentos, estes são saturados por água em cada fluxo e podem armazená-la durante um longo período de tempo. Normalmente, uma barragem deste tipo tem 2–5 m de altura e menos de 200 m de largura.

As características geomorfológicas para construir com sucesso uma barragem de areia (SD) são: (i) uma rocha matriz impermeável; (ii) uma bacia hidráulica suficientemente larga para fornecer

MAPA 4.6. Mapa dos municípios de Bibala e Camucuo na província do Namibe



MAPA 4.7. Ampliação da área da bacia do Giraul, com locais potenciais para soluções de recarga de aquíferos geridos rotuladas como “GB”



MAPA 4.8. Ampliação da área de Chingo, com locais potenciais para soluções de recarga de aquíferos geridos com o rótulo “CH”



TABELA 4.6. Localizações dos pontos selecionados e parâmetros hidrológicos da bacia

Local	Localização		Bacia								
	Latitude	Longitude	Elevação	Área	Altura máxima	Comprimento	% inclinação	Pluviosidade	Volume	escoamento %	Volume
	XX.xxxx°	YY.yyyy°	m asl	km ²	m	km	%	mm	m ³		m ³
CHB1	-14.19159	12.78743	545	1,184	950	74	0.55	300	3.55E+08	20%	7.10E+07
CHB2	-14.12294	12.94516	650	–	–	–	–	–	–	–	–
CHB3	-14.22442	12.82309	578	34	780	13.5	1.50	300	1.01E+07	30%	3.02E+06
CHB4	-14.22065	12.76221	560	163	690	25.5	0.51	300	4.89E+07	20%	9.78E+06
GB1	-15.03947	12.98671	388	26.7	1,710	11	12.0	400	1.07E+07	30%	3.20E+06
GB2	-15.07770	13.02150	413	169	2,300	30	6.3	500	8.45E+07	30%	2.54E+07
GB3	-15.10450	13.02660	407	341	2,290	35	5.4	500	1.71E+08	30%	5.12E+07
GB4	-15.11051	13.02050	399	61.6	1,730	21	6.3	400	2.46E+07	20%	4.93E+06

Nota: GB = Bacia do Giraul; CHB = Área do Chingo (bacia)

um certo número de caudais com rendimentos adequados; (iii) uma altura das margens não inferior a 2 m (caso contrário, os caudais de água poderiam inundar a área circundante ou o volume de areia/água acumulada poderia ser insignificante; (iv) um transporte significativo de sedimentos com matriz do leito do ribeiro não superior a 1–2% para formar uma longa albufeira (throwback) (como exemplo, uma barragem de 2 m de altura com uma inclinação do leito de 0.5% deve estender a sua influência até 400 m para trás, enquanto com um declive de 2% a área de interesse deve ser de 100 m); e (vi) o local seleccionado deve ser localizado num percurso estreito.

O volume de água armazenada que pode ser extraída depende da porosidade da areia (porosidade efectiva), que normalmente varia de 8 a 20%.

Por outro lado, as barragens subterrâneas (SbSD) são construídas onde um riacho escavou até uma rocha matriz impermeável e encheu a depressão com abundantes depósitos de areia. Normalmente, neste caso, já existe um aquífero sazonal ou

permanente. A base de um SbSD deve chegar à rocha matriz e o topo deve ser normalmente enterrado ou ligeiramente mais alto do que o leito do rio. A sua função é parar (ou simplesmente abrandar) o fluxo subterrâneo para elevar o nível da água e aumentar o volume de água disponível. O efeito secundário, mais evidente nos aquíferos sazonais, é prolongar no tempo a presença de água ou transformar o aquífero de sazonal para estável. A profundidade do subsolo impermeável não deve ser superior a 5–6 m porque para além disso a escavação dos depósitos aluviais é mais difícil e pode requerer equipamento e metodologias não facilmente disponíveis nos países em desenvolvimento. As únicas condições para a construção são: (i) uma rocha matriz impermeável abaixo dos depósitos aluviais a uma profundidade pouco profunda; (ii) um padrão côncavo da rocha matriz perpendicular ao eixo do riacho; e (iii) a presença de um curso estreito para reduzir os custos de construção. Os SbSD são construídos após a escavação de uma vala até ao subsolo; a barragem pode ser constituída por uma parede de

betão ou por grandes placas plásticas dobradas e preenchidas com o material escavado.

A partir de uma análise das imagens do Google Earth e das observações feitas durante as visitas de campo, não foram identificados locais apropriados para SbSDs, e os três locais escolhidos - GB2, GB3, e CH1 - são adequados para a construção de barragens de areia com uma certeza razoável de criar benefícios significativos de armazenamento de água para os residentes locais.

Local GB2

Este local situa-se na confluência de dois ramos que rodeiam uma ilha no afluente noroeste do curso do Giraul (Rio das Mangueiras) no sopé de uma colina (noroeste) cerca de 200 m mais elevada do que o ribeiro. No local seleccionado para uma possível barragem de areia, afloramentos de granito cinzento fresco formam a margem a noroeste (FG1, ver fotografias 4.14 e 4.15), o topo da margem a SE (FG2), e o fundo do riacho (FG3) cerca de 50 m a jusante. O afloramento NW estende-se a montante e é constituído por granito envelhecido (WG), formando uma parede de cerca de 3 m, enquanto que adjacente ao lado SE existe um afloramento de granito fresco (FG1) 2–2,5 m mais alto do que o leito do ribeiro. Ao pé da margem, o leito do riacho é cerca de 0,5 m mais alto do que no centro do curso. O afloramento de FG2 estende-se no topo do banco SE por um comprimento de cerca de 30–40 m e o seu topo é 3,0–3,5 m mais alto do que o leito do riacho. Na secção inferior da margem, um terraço de depósitos aluviais grosseiros (areia, cascalho, e algumas rochas) desce gradualmente até ao leito do curso. O afloramento do FG3 ocupa uma grande parte do leito do rio a jusante. Outro afloramento fino atravessa quase completamente o leito do rio a montante. No centro e na parte inferior da margem a SE, estão presentes depósitos aluviais (areia e cascalho de média espessura) com uma espessura esperada de até 1–2 m abaixo do nível do solo. De acordo com observações e informações da comunidade, não existe um aquífero aluvionar.

A inclinação do leito do vale a partir do afloramento FG3 a montante, ao longo do ramo SE, é estimada em menos de 1%, enquanto que no ramo NW a inclinação parece ser superior (1,0–1,5%) e abruptamente crescente com a presença de um outcrop maciço.

A extensão da bacia, calculada no local GB2, é de 169 km². Estende-se de 413 a 2.300 m asl com um declive médio de 6,3%. A inclinação na secção inferior, desde a base da escarpa até ao local, é de 1,5%. A precipitação anual é estimada em 500 mm. Assumindo que este valor é válido para toda a bacia, o volume de precipitação é de aproximadamente 85 milhões de m³/ano. Na bacia superior (cerca de um terço da bacia), prevalecem rochas nuas e declives íngremes, enquanto que a secção inferior é composta por uma planície onde os afloramentos graníticos são separados por depósitos de areia. Dadas as condições descritas acima, o coeficiente de escoamento é estimado em quase 30% e o volume de escoamento é de cerca de 25 milhões de m³/ano. Considerando apenas o volume de precipitação do mês de pico (Março, 220 mm), 30 dias de água corrente e um coeficiente de escoamento mais elevado causado pela saturação do solo, espera-se um rendimento médio de 8,6 m³/s. De acordo com as informações fornecidas pelos representantes da comunidade local, a água corre sem interrupção durante cerca de dois meses no período do pico pluviométrico (de Fevereiro a Março) e pára alguns dias após o fim da estação chuvosa. De acordo com as informações recolhidas pela comunidade, não ocorrem fluxos tardios.

De acordo com as características geomorfológicas, a possível barragem de areia deve ter um comprimento de 75 m e uma altura de 2 m acima do leito do riacho. A albufeira (throwback) deve estender-se não menos de 300 m no ramo SE e cerca de 150 m ao longo do ramo NW. A área da albufeira tem uma extensão de cerca de 13.500 m². Considerando uma altura média de 2,0 m (soma da espessura dos depósitos frescos e dos existentes), o volume de areia estimado é de 27.000 m³. Os sedimentos que enchem o percurso são na sua maioria constituídos por areia

e cascalho de espessura média, na sua maioria siliciosos com matriz argilosa escassa ou ausente. Considerando um valor médio de 12%, um volume de água de 3.240 m³ pode ser armazenado por cada fluxo importante. Volume adicional de água poderia ser armazenada se os depósitos de areia natural se estendessem também para além da área da albufeira.

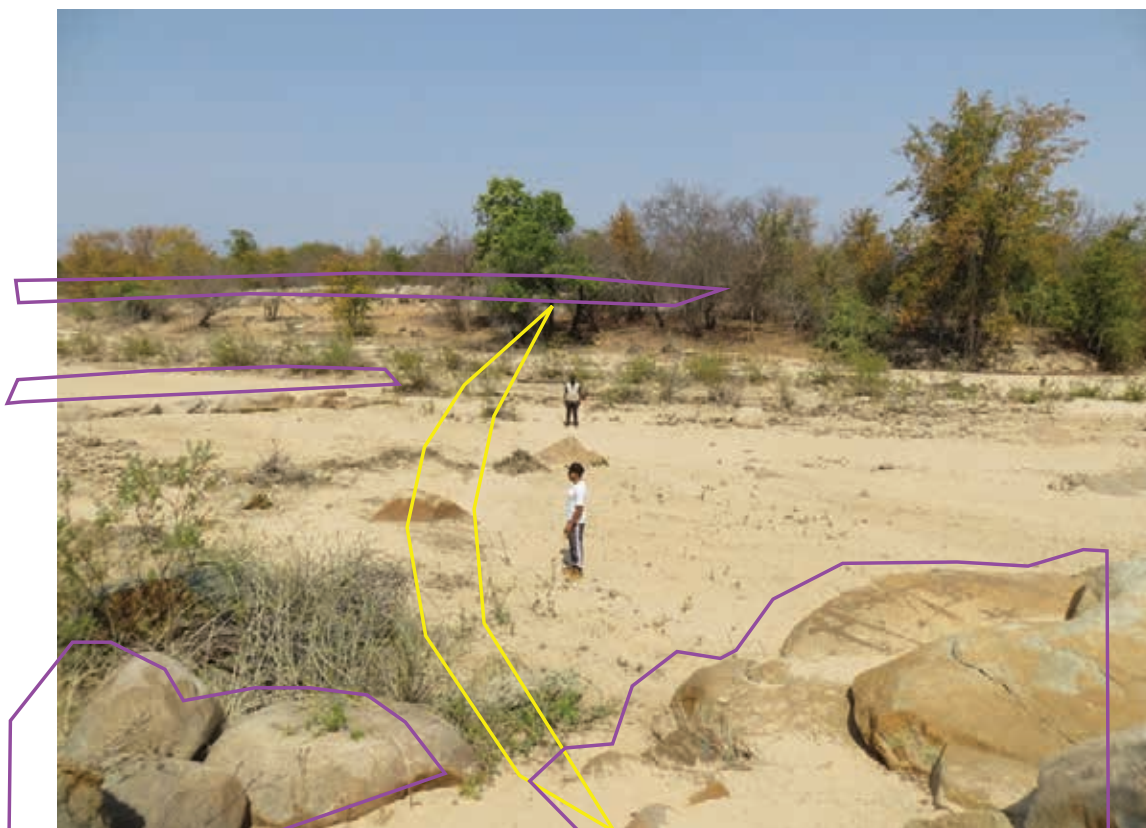
Sobre a possível utilização da água, na imagem Google Earth datada de Agosto de 2018, pode ser vista uma dúzia de cabanas com cercas circulares para animais num raio de 1,5 km, pelo que a área é considerada adequada para povoações temporárias para a pastorícia. As áreas planas mais próximas do local também podem ser consideradas adequadas para a actividade das pequenas explorações agrícolas. O local da barragem é acessível por uma estrada de terra feita para a instalação de uma linha eléctrica,

acessível até 500 m de distância do local. Os representantes da comunidade concordaram com a selecção deste local.

Local GB3

Este local está localizado ao longo do ramo principal da ribeira de Giraul (Rio Kapangombe), como se vê na fotografia 4.17. Encontra-se no centro de uma planície, na sua maioria constituída por depósitos aluviais com afloramentos graníticos dispersos formando pequenos montes ligeiramente mais altos (normalmente 1–3 m) do que a planície. Na área seleccionada, um largo afloramento granítico (G1) foi cortado pelo curso do rio e forma o leito e as margens do rio (fotografia 4.16). Mais dois afloramentos estão presentes na margem direita (G2) e na margem esquerda (G3). É provável que o granito esteja presente em

FOTOGRAFIA 4.14. Vista do possível layout da barragem no local GB2 da margem direita



Nota: Os afloramentos de granito estão assinalados a violeta.

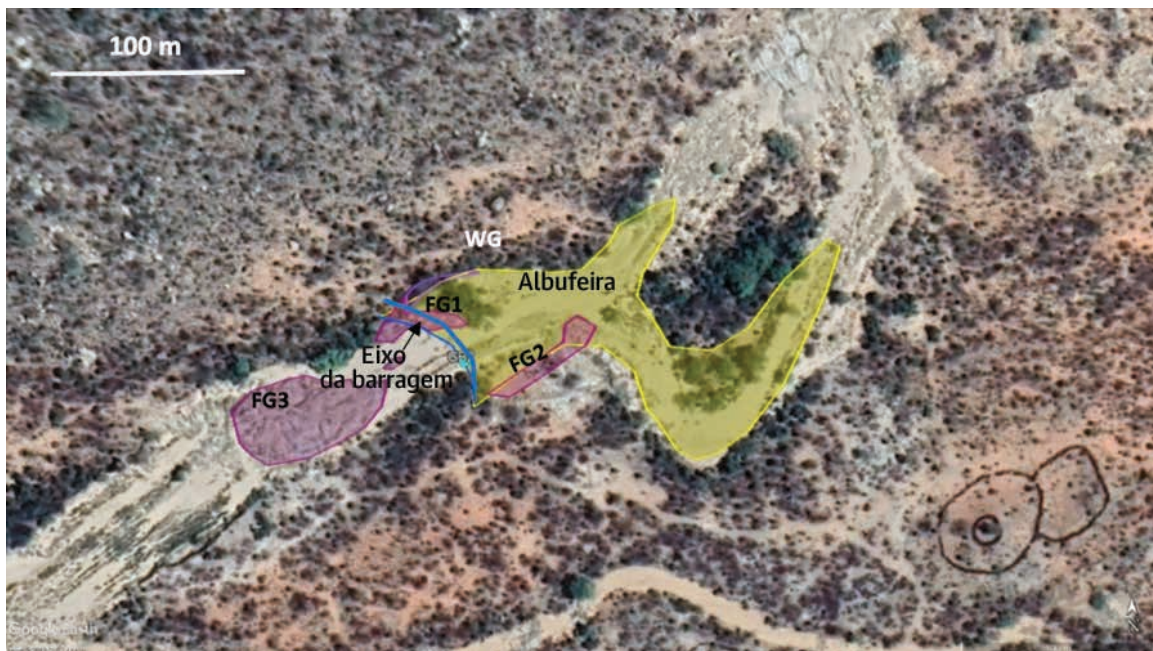
continuidade a pouca profundidade em toda a área. Depósitos de areia a montante e a jusante com rochas preenchem o curso. A sua espessura pode variar de 1 a 3 m. Um buraco escavado cerca de 50 m a montante do afloramento de granito G1 encontrou a rocha matriz a 1,4 m; cerca de 300 m a montante existe um poço escavado à mão (hdg 2) com cerca de 3 m de profundidade. No local da barragem, o percurso é dividido em dois ramos por uma crista rochosa de cerca de 40 m de comprimento; o ramo inferior corre para o pé da margem esquerda (a leste) cerca de 3,0 m abaixo do topo do afloramento. A margem direita (ocidental) é encimada por uma planície, cerca de 5 m acima do leito do ribeiro (2–3 m acima do possível topo da barragem); o flanco esquerdo (oriental) é coberto por uma planície cerca de 2–3 m acima do leito do ribeiro (não mais de 0,5 m acima do topo da barragem). A incerteza relativamente às elevações é causada pelas oscilações que afectam as medições GPS. A inclinação média do curso a montante é de cerca de 2% na secção rochosa do leito do curso (perto do local da barragem), enquanto que é inferior a 1% na secção arenosa a montante. De acordo

com observações no terreno e com informações recolhidas da comunidade, não há aquífero aluvial, mas a presença do poço escavado à mão com água é prova de um fluxo limitado que alimenta as depressões no subsolo e assegura uma pequena quantidade de água nos meses de Novembro-Dezembro.

A presença do ponto de água e a descida sazonal gradual do nível da água é muito importante porque é a prova da existência de um aquífero sazonal. Uma futura barragem de areia deverá interromper o caudal já existente e a água acumulada deverá estender-se para montante para além do limite da albufeira (throwback).

A bacia hidrográfica para o ponto seleccionado estende-se por cerca de 355 km². A bacia começa a uma elevação de cerca de 2.300 m acima do nível do mar e o local fica a uma elevação de quase 400 m acima do nível do mar. A secção superior da bacia estende-se por quase 200 km² em elevações acima de 1.000 m. O riacho tem 45 km de comprimento com uma inclinação média de 4,2%, mas considerando apenas a secção ao pé da escarpa

FOTOGRAFIA 4.15. Possível disposição da barragem, albufeira, e características geológica no local da barragem GB2



(cerca de 22 km) a inclinação cai para 1,3% e nos últimos 5 km para quase 0,8%.

Assumindo o valor de 500 mm/ano como precipitação para toda a bacia, o volume de precipitação é de aproximadamente 180 milhões de m³/ano. A morfologia e a geologia da bacia são semelhantes às do local GB2. Uma vez que não estão disponíveis medições do caudal do riacho na área, dadas as condições acima descritas, o coeficiente de escoamento é estimado em quase 30% e o volume de escoamento em 53 milhões de m³/ano. Considerando apenas o volume de precipitação do mês de pico (Março, 220 mm), 30 dias de água corrente e um coeficiente de escoamento superior a 50%, espera-se um rendimento médio de 15 m³/s no mês. De acordo com as informações recolhidas pelos representantes da comunidade local, a água flui sem interrupção nos meses do pico de precipitação (de Fevereiro a Abril) e pára alguns dias após o fim da estação chuvosa. No total, espera-se um período de 3 meses de fluxo contínuo. Uma vez que o pico de precipitação ocorre perto do final da estação chuvosa, normalmente não ocorrem mais caudais.

O comprimento da barragem proposta é de cerca de 85 m; a altura proposta é de 2,0 m. O volume de areia acumulada é obtido multiplicando a área da albufeira (throwback) (estimada em 12.000 m²)

com uma espessura média de 2,5 m que inclui depósitos novos e existentes; o volume total de areia é de 30.000 m³. A porosidade efectiva é estimada em 12% e o volume da água armazenada na areia fresca é de 3.600 m³. Um volume adicional de água é fornecido pelo represamento do fluxo subterrâneo que se acumulará também para além da albufeira (throwback), provavelmente até 400–500 m da barragem.

O local GB3 situa-se no centro da planície a sul da aldeia de Kapangombe, onde vivem cerca de 500 pessoas em povoações dispersas, com cerca de 1.000 animais. Um povoado com poucas cabanas situa-se a cerca de 100 m da barragem na margem ocidental. Os representantes da comunidade confirmaram a importância de aumentar a disponibilidade de água em termos de quantidade e duração, principalmente para os locais GB2 e GB3.

Local CH1

O local CHB1 está localizado no riacho chamado Rio Manoca, o mais importante da área em estudo, cerca de 12 km a jusante e a oeste da aldeia de Chingo (fotografia 4.18). Nos anos 70, foi construída uma barragem com blocos quadrados e alguma matriz argilosa, com 3,7 m de

FOTOGRAFIA 4.16. Vista do possível layout da barragem no local GB3 da margem direita



altura no actual leito do curso. De acordo com as informações recolhidas da comunidade, e com a geometria da barragem observada, pensava-se que o muro interromperia o fluxo de água, que na altura corria onde agora existe a secção esquerda do muro e a rocha matriz de granito está a aflorar.

Neste momento, como se pode ver na fotografia 4.18, o percurso decorre onde estava a secção esquerda e o leito é constituído por depósitos de areia, de 1,4–1,7 m de espessura, dado verificado pela escavação de dois poços. Da imagem de satélite é claramente visível o desvio do antigo percurso após a ruptura da barragem e a nova erosão na margem direita. Muito provavelmente a barragem rompeu-se num ponto fraco em que a parede não atingiu o granito em profundidade e está ligada à asa de terra construída na margem direita. Nessa zona, o curso do ribeiro foi outrora cheio de areia. A partir das observações sobre o terreno, estima-se que o leito do curso no momento da construção da barragem era cerca de 1–1,5 m mais alto do que é actualmente. Uma piscina de água está presente a cerca de 100 m a montante da barragem e abastece o gado e as

necessidades humanas. A barragem, os cursos, e os afloramentos de granito são visíveis na fotografia 4.19.

A bacia hidrográfica do ribeiro no ponto seleccionado estende-se por cerca de 1.190 km². A cabeceira da bacia começa a uma elevação de cerca de 940 m acima do nível do mar, enquanto o local da barragem se situa a uma elevação de 546 m acima do nível do mar. Na secção superior há relevos dispersos até uma elevação máxima de 1.600 m asl. O riacho tem um comprimento de 74 km com uma inclinação média de 0,53%, que nos últimos 10 km desce para quase 0,3%. A precipitação média anual caiu nos últimos 7 anos de 490 para 300 mm. Assumindo o valor mais baixo para toda a bacia, o volume de precipitação é de aproximadamente 350 milhões de m³/ano.

A maior parte da bacia é constituída por rocha nua, mas caracteriza-se por declives suaves com afloramentos cristalinos separados por depósitos arenosos. O coeficiente de escoamento é estimado em quase 20% e o volume de escoamento em 71 milhões de m³/ano. Considerando apenas o

FOTOGRAFIA 4.17. Possível disposição da barragem albufeira (throwback), e características geológicas no local da barragem GB3



volume de precipitação do mês de pico (Abril) e 15 dias² de água corrente, espera-se um rendimento médio de cerca de 40 m³/s durante o mês. O fluxo de água pára alguns dias após o fim da estação das chuvas. Uma vez que o pico de precipitação ocorre perto do final da estação chuvosa, não se esperam mais caudais. Na verdade, dada a extensão da bacia, é possível que haja alguns caudais menores nos meses de Novembro a Janeiro, quando ocorrem chuvas menores.

Tendo em conta as mudanças que ocorreram no percurso após a ruptura da barragem, a melhor solução é a construção de uma nova barragem num traçado com geometria diferente. Com base nas informações actualmente disponíveis, a barragem poderia ser fundada nos afloramentos rochosos a jusante da barragem a cerca de 5–10 m dos restos da antiga barragem. A barragem antiga deveria ser destruída e o material utilizado para a construção da nova barragem. O seu centro deve ser localizado no meio do novo curso ocupado por depósitos de areia de 1,5–2,0 m de espessura. A altura deve ser de 2,0–2,5 m no leito actual do riacho, de modo a que no ponto mais profundo a altura da barragem atinja 3,5–4,0 m no soco cristalino. A albufeira (throwback), dado o declive muito suave (0,3%), deve estender-se até 500 m a montante. Numa tal bacia o transporte de sólidos poderá ser muito pobre e a barragem poderia demorar muito tempo a encher-se de areia. O volume de água armazenada antes do enchimento com areia é estimado em cerca de 18.000 m³ (18.000 m² x 1,0 m). O volume das areias já depositadas na área da albufeira (throwback) antes da barragem é estimado em cerca de 27.000 m³ (18.000 m² x 1,5 m). Uma vez completamente cheio, o volume total possível de areia saturada seria de cerca de 45.000 m³, que considerando uma porosidade de 12% deveria fornecer 5.400 m³ de águas subterráneas. Considerando os declives baixos (0,3%), os depósitos de areia abundantes, e a presença de uma piscina de água também na estação seca, a secção de areia saturada deveria estender-se para além da área da albufeira (throwback).

O local 1 é a prioridade para a administração da aldeia de Chingo. A população residente pode

ser estimada em cerca de 200 pessoas e o gado em cerca de milhares (vacas, cabras e ovelhas). Durante as visitas ao local, havia animais a beber na piscina e pessoas que vinham constantemente encher bidões com água. A situação do ponto de vista da saúde é dramática porque a única água disponível é a da piscina e está muito suja com fezes de animais espalhadas por todo o lado. Os humanos escavaram um buraco lateral a cerca de 1–2 m de distância, mas a contaminação é inevitável. Deve ser dada a máxima prioridade a este local. O local é acessível por uma estrada de terra.

Locais adequados: Modelos de barragens

Local GB2

As características da barragem proposta são sintetizadas na Tabela 4.7. O possível perfil da barragem é ilustrado em Figura 4.17, e as suas secções transversais na Figura 4.18.

O padrão da base na figura é apenas um perfil possível uma vez que no topo da margem direita, no fundo do riacho e no flanco esquerdo, o granito está coberto por depósitos de areia. No entanto, dada a presença de afloramentos dispersos a montante, foi considerada uma espessura máxima de 1,5 m de depósitos aluviais (cascalho de areia e blocos). Assumindo uma secção média de cerca de 3,3 m², e um comprimento de 75 m, o volume esperado do corpo da barragem é de 282 m³. Foi assumido um declive de 50% para o flanco a jusante da barragem (ver Figura 4.18) e uma rocha matriz com uma secção de 1 m² no subsolo. Com esta configuração é possível armazenar um volume de água de 3.600 m³. O volume pode aumentar se a montante houver uma espessura significativa de depósitos aluviais.

O material sugerido para a construção da barragem é pedra de alvenaria (cimento e blocos). Ao pé a jusante da parede deve ser colocado um leito de blocos (rip-rap) com cerca de 50 m de comprimento e 0,8 m de espessura com um volume total de 144 m³ para evitar a erosão da queda de água.

Blocos e areia (para o cimento) estão disponíveis a 100–200 m a partir do local. O local da barragem é acessível por uma estrada de terra feita para a instalação de uma linha eléctrica, acessível até 500 m a ESE do local. A acessibilidade total pode ser facilmente assegurada por uma escavadora num dia de trabalho.

Local GB3

As características da barragem proposta são sintetizadas na Tabela 4.8. O possível perfil da barragem é ilustrado na Figura 60, as suas secções transversais na Figura 61, e a planimetria e disposição na Figura 63.

Na disposição proposta, deve ser acrescentada uma parede ao corpo principal da barragem, para bloquear o pequeno canal entre os dois afloramentos que passam por detrás do afloramento G2a. Este muro ligaria o pilar esquerdo (oriental) encostado ao afloramento G2a, com o afloramento G2b cerca de 15 m a montante. A parede deveria ter cerca de 24 m de comprimento e 0,5 m

de espessura. O canal atrás do muro deveria ser preenchido com pedras grandes. A secção de derrame deve ter 60 m de comprimento, e 0,7 m abaixo da crista; se for seleccionada a disposição 2, o que representa um possível aumento em altura e comprimento, sugere-se aumentar o comprimento do derrame para 90 m e a altura para 0,8 m.

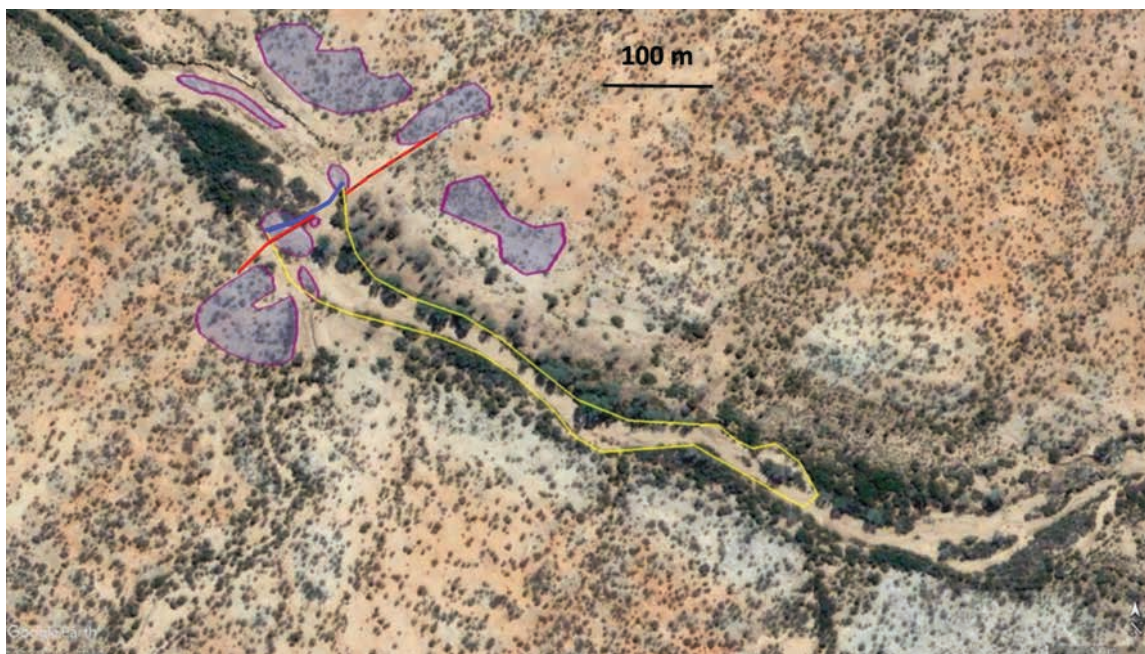
Neste local não é necessário um rip-rap porque o leito do riacho já é rochoso, mas para reduzir a erosão do subsolo e da base da barragem, a parede foi concebida com uma inclinação de 40° para o lado a jusante. Caso seja escolhido o plano 2, poderá ser necessário um rip-rap na secção esquerda do curso. A altura média é de cerca de 3,0 m, considerando também a profundidade da rocha base (ver Figura 4.21). O volume do corpo da barragem é estimado em 340 m³. O volume da parede lateral é de 30 m³. Caso seja escolhida a disposição 2, o volume da barragem aumenta para cerca de 470 m³. O material a ser utilizado é cimento e blocos (pedra de alvenaria). Blocos, pedras, e areia (para o cimento) estão

FOTOGRAFIA 4.18. Local CHB1



Nota: Local CHB1 – linha vermelha: parede da barragem – linha de traço vermelho: direita da terra – linha verde tracejada: curso anterior – linha azul: novo curso – linha tracejada amarela: erosão recente – círculo azul cheio: piscina de água – polígonos violetas: afloramentos da rocha matriz .

FOTOGRAFIA 4.19. Nova barragem proposta (linha azul) e área da albufeira (throwback)



disponíveis a 100–200 m do local. O local é acessível por estrada de terra (7,8 km de comprimento) a partir da EN 280. O topo da margem direita é facilmente alcançável a partir da estrada, mas uma secção de cerca de 100 m deve ser limpa para aceder ao local; dada a natureza rochosa do local, podem ser necessários mais trabalhos para assegurar o movimento no local das máquinas e camiões dos mecânicos.

As características da barragem proposta são sintetizadas na Tabela 4.8. O perfil possível da barragem é mostrado na Figura 4.19, as secções transversais na Figura 4.20 e a planimetria na foto 4.20.

Na fotografia 4.20 mostra-se claramente que a rocha matriz aflora ao longo de toda a secção a ser represada. A altura proposta para a barragem (disposição 1) varia entre 2 e 2,5 m acima dos pontos mais baixos da secção, que na figura estão à cota de 410 m asl. Nos pontos mais baixos os depósitos aluviais deverão ter menos de 1,0 m de espessura; por este motivo, a altura máxima prevista é de 3,0 m. O comprimento da barragem (ao longo do arco) é de cerca de 85 m.

Com esta configuração espera-se um volume de água armazenada de 3.600 m³. Actualmente, é difícil estimar o volume de areia utilizando o GPS normal. Na verdade, as principais dúvidas referem-se à inclinação do leito do riacho, a montante dos afloramentos principais de granito. Os dados do GPS confirmam que a inclinação é muito pequena entre 0,5 e 1%: com tais valores é de esperar que a área da albufeira (throwback) se estenda até um mínimo de 300 m, mas pode ser ainda mais longa. A segunda dúvida diz respeito ao ombro esquerdo: as elevações do terraço atrás do pilar esquerdo parecem quase planas e poderiam exigir uma mudança na disposição da barragem (disposição 2) para alcançar o afloramento G3. Nesse caso, o comprimento da barragem poderia aumentar até 130 m, a altura poderia aumentar de 0,5–1,0 m, e a área da albufeira (throwback) poderia aumentar para 30.000 m² contra 12.000 m² do projecto proposto. O volume de água armazenada deverá atingir os 7.200 m³. Infelizmente, a alternativa não foi clara durante a missão e não foi feito o levantamento por GPS da disposição alternativa. Um levantamento topográfico com equipamento adequado pode esclarecer as dúvidas.

Na disposição proposto 1, deve ser adicionada uma parede ao corpo da barragem principal, para bloquear o pequeno canal entre os dois afloramentos que passam por detrás do afloramento G2a. Esta parede ligaria o pilar esquerdo (oriental) encostado ao afloramento G2a, ao afloramento G2b cerca de 15 m a montante. A parede deve ter cerca de 24 m de comprimento e 0,5 m de espessura. O canal atrás da parede deve ser preenchido com pedras grandes. A secção do descarregador deve ter 60 m de comprimento e 0,7 m menos do que a crista; se a disposição 2 for seleccionada, o que representa um possível aumento na altura e no comprimento, sugere-se aumentar o comprimento do descarregamento para 90 m e a altura para 0,8 m.

Neste local não é necessário um rip-rap porque o leito do riacho já é rochoso, mas para reduzir a erosão do subsolo e da rocha mãe da barragem, a parede foi projectada com uma inclinação de 40° para o lado a jusante. No caso da disposição layout 2 ser escolhida um rip-rap pode ser necessário na secção esquerda do curso. A altura média é de cerca de 3,0 m considerando também a profundidade da rocha mãe (ver figura 4.21). O volume do corpo da barragem é estimado em 340 m³. O volume da parede lateral é de 30 m³. Caso seja escolhida disposição 2, o volume da barragem aumenta para cerca de 470 m³. O material a ser utilizado é cimento e blocos (pedra de alvenaria). Blocos, pedras e areia (para o cimento) estão disponíveis a 100–200 m do local. O local é acessível por estrada de terra (7,8 km de comprimento) a partir da EN 280. O topo da margem direita é facilmente acessível a partir da estrada, mas uma secção de cerca de 100 deve ser limpa para aceder ao local; dada a natureza rochosa do

local, podem ser necessários mais trabalhos para assegurar o movimento no local das máquinas e camiões dos mecânicos.

Local CH1

As características da barragem proposta são sintetizadas em Tabela 4.9. O possível perfil da barragem é mostrado na Figura 4.22, as secções na Figura 4.23, e a planimetria na fotografia 4.21..

O local CHB1 é o único visitado que se ajusta aos requisitos sociais e geomorfológicos na área de Chingo. Como descrito acima, no local existe uma antiga barragem, parcialmente destruída. Após a ruptura da barragem, o riacho tomou um curso diferente na nova fenda e provavelmente a erosão deixou cair o seu leito de quase 1 m. O projecto proposto, ainda por verificar, está localizado muito próximo da barragem existente, com a secção central baseada no novo curso. O afloramento em que se pode basear o pilar esquerdo estende-se abaixo da secção da barragem truncada, enquanto que o pilar direito pode basear-se num afloramento próximo da borda da antiga ala direita. Em dois poços escavados no meio do novo percurso, a rocha matriz foi encontrada a 1,4 e 1,7 m de profundidade. A barragem deve elevar-se cerca de 2 m no leito do riacho com um derrame de 70 cm de altura e 50 m de comprimento. Uma vez que a profundidade máxima da rocha matriz é estimada em 2,0 m, a altura máxima da barragem pode atingir 4 m, o comprimento 90 m. Com esta configuração espera-se uma albufeira (throwback) com quase 500 m, uma vez que a inclinação é estimada em menos de 0,5% e o volume total de areia que pode ser saturada é de cerca de 45.000 m³.

TABELA 4.7. Fluxo e parâmetros da barragem

Volume do escoamento	Produção média no mês de pico	Dias de escoamento	Produção de pico	Volume de água armazenado	Comprimento da barragem	Altura da barragem no leito do caudal	Espessura aluvial máx.	Volume da parede da barragem	Volume do Rip-Rap
m ³ /ano	m ³ /seg		m ³ /seg	m ³ /caudal	m	m	m	m ³	m ³
2.54E+07	7.2	60	68	3,240	75	2.0	2.0	282	144

FIGURA 4.17. Perfil de barragem proposto e padrão da rocha matriz

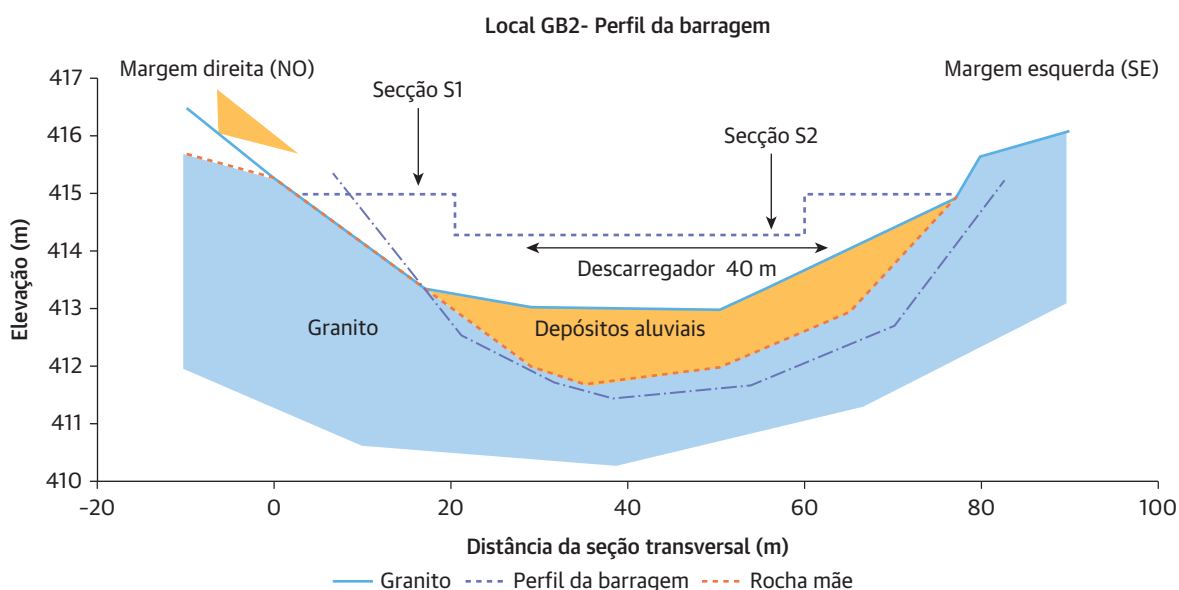
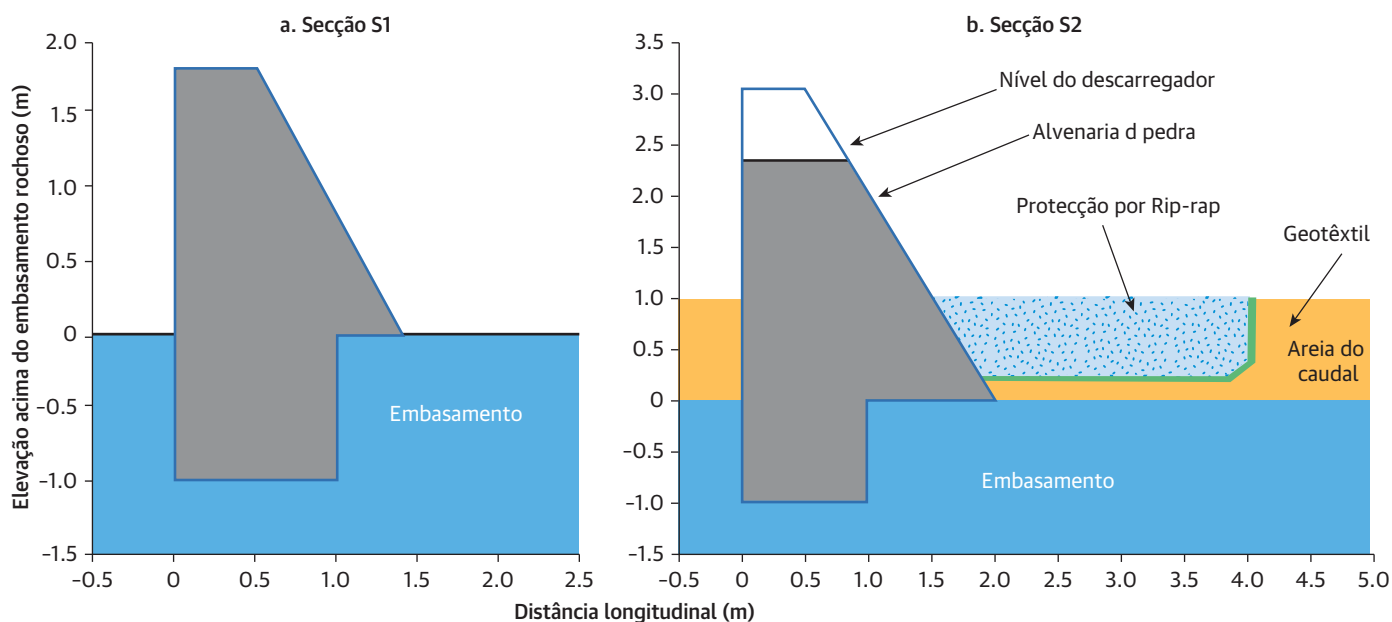


FIGURA 4.18. Secções transversais da barragem



O volume de água armazenada deve atingir 5.400 m³ por fluxo. A antiga barragem deve ser desmantelada, pelo menos na secção próxima do curso, e os blocos reutilizados para a nova barragem. Com base nos resultados de um futuro levantamento topográfico, poderão ser

necessárias algumas obras menores para ligar a nova barragem com restos da antiga. O volume do corpo da barragem é de cerca de 330 m³. Um rip-rap feito de grandes blocos deve ser colocado na base da barragem, na secção central onde se encontram depósitos aluviais; uma manta

TABELA 4.8. Os parâmetros de fluxo e da barragem

Volume do escoamento	Produção média no mês de pico	Dias de escoamento	Produção de pico	Volume de água armazenado	Comprimento da barragem	Altura da barragem no leito do caudal	Espessura aluvial máx.	Volume da parede da barragem	Parede a montante
m ³ /ano	m ³ /seg		m ³ /seg	m ³ /caudal	m	m	m	m ³	m ³
5.33E+07	15.1	60	144	3,240	75	2.0	2.0	340	30

de geotêxtil é colocada na base. Estima-se um volume de 108 m³ (140 m² x 0,8 m) de blocos de granito. O material a ser utilizado na construção é cimento e blocos (pedras de alvenaria). A barragem deve ser ancorada na rocha matriz, numa secção de 1 m². Blocos, pedras e areia estão disponíveis a 100–200 m do local; os blocos, para além dos fornecidos pelas sobras da antiga barragem, devem ser obtidos quebrando os afloramentos nos arredores, uma vez que os depósitos são na sua maioria feitos de areia e gravilha. O local é acessível por estrada de terra, começando alguns quilómetros após a cidade de Bentiaba.

Observações, recomendações, e conclusões sobre as opções de recarga de aquíferos geridos

- É evidente que os investimentos acima referidos proporcionariam benefícios significativos em termos de armazenamento de água. Actualmente, as necessidades de água são apenas parcialmente satisfeitas por eventos sazonais e poços escavados manualmente (cacimbas), aprofundados até ser atingida a rocha matriz seca, em condições higiénicas inaceitáveis.
- As soluções propostas oferecem um abastecimento adicional de água que durante um mínimo de três meses a mais de seis meses cobriria uma população mínima de 500 pessoas com 500 vacas e 1.000 ovelhas e cabras e a possibilidade de ser utilizada para pequenas hortas. As comunidades

locais teriam de equilibrar a utilização do novo recurso para cobrir as necessidades domésticas, a utilização para o gado, e potencialmente as hortas.

- Esperam-se co-benefícios ambientais do desenvolvimento destes locais. Por exemplo, nos cálculos do possível armazenamento de água, um efeito secundário positivo que, pelo menos nos locais GB3 e CH1, é revelado pela presença de um fluxo limitado de águas subterrâneas que dá origem a pontos de água sazonais, não está a ser contabilizado. Neste caso, o efeito do represamento deve fornecer uma recarga adicional por períodos limitados, mesmo após o fim da estação chuvosa.
- Os três locais seleccionados apresentam condições adequadas para a construção de barragens de areia. No entanto, a altura das margens e a baixa morfologia das áreas circundantes tornam os locais sujeitos ao risco de cheias durante o pico da estação chuvosa. Nesta situação, é necessário levar a cabo uma campanha topográfica e geognóstica adequada.³

Custos das infra-estruturas

Há dois tipos de custos que devem ser considerados: as despesas de capital para construir infra-estruturas, e as despesas operacionais para operar, manter e reparar as infra-estruturas durante o seu período de utilização. Em Angola, muitos recursos foram gastos na construção de

FIGURA 4.19. Perfil da barragem proposto e padrão da rocha matriz

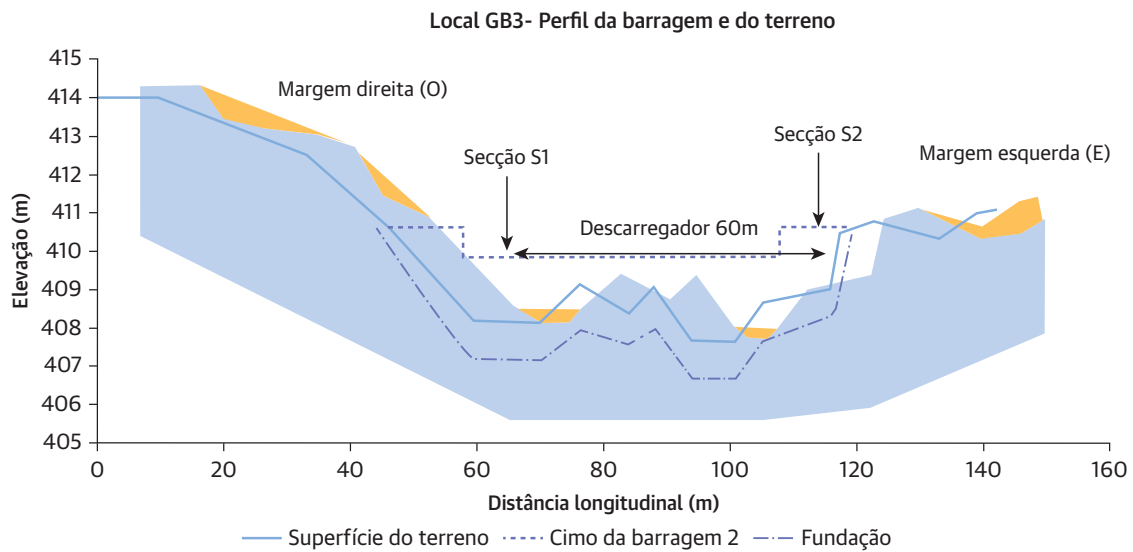
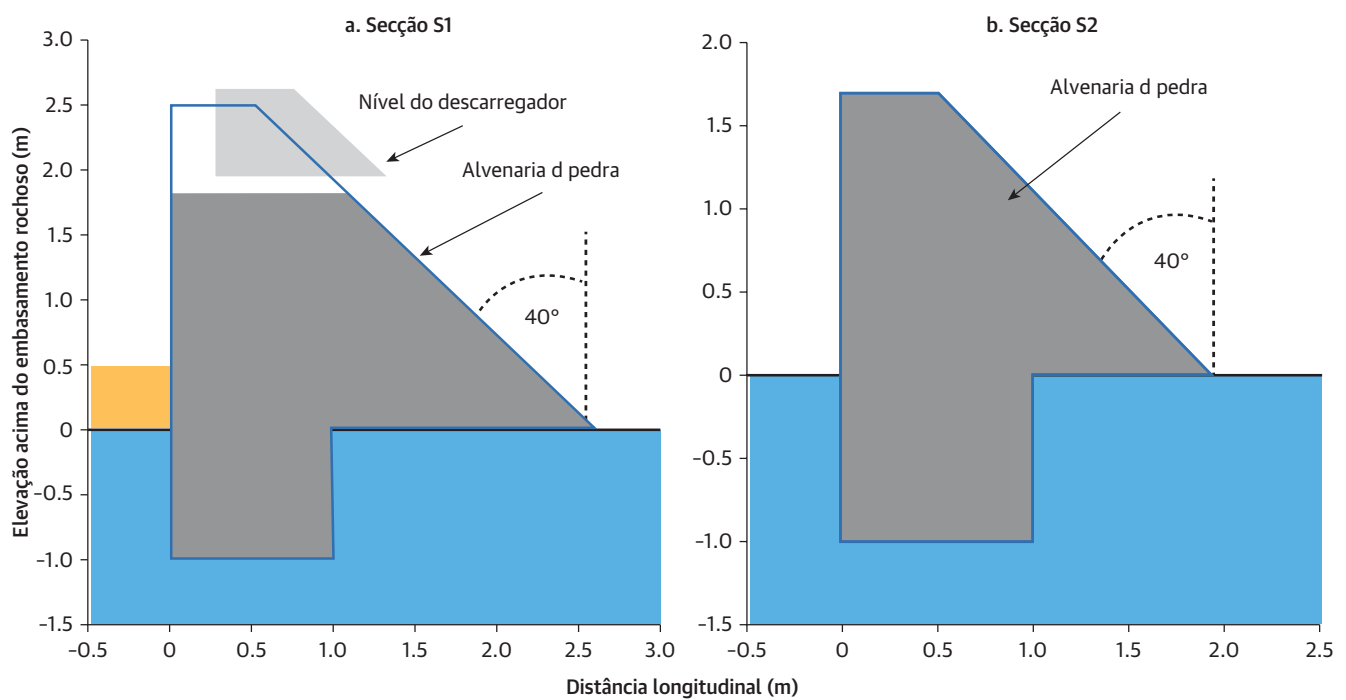
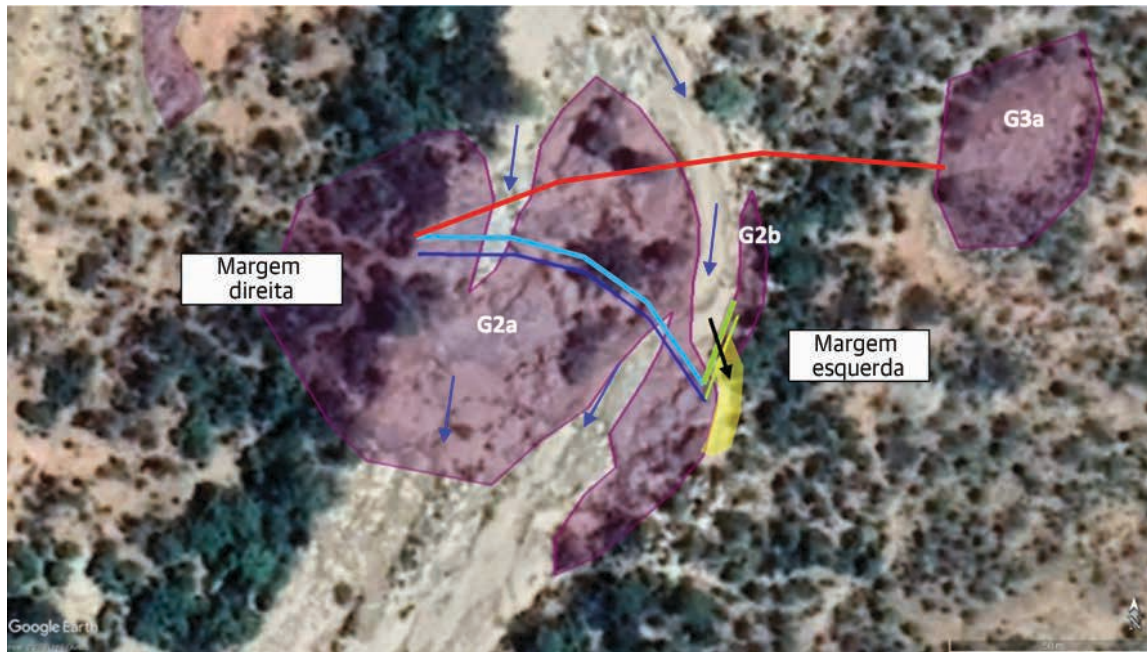


FIGURA 4.20. Secções transversais da barragem

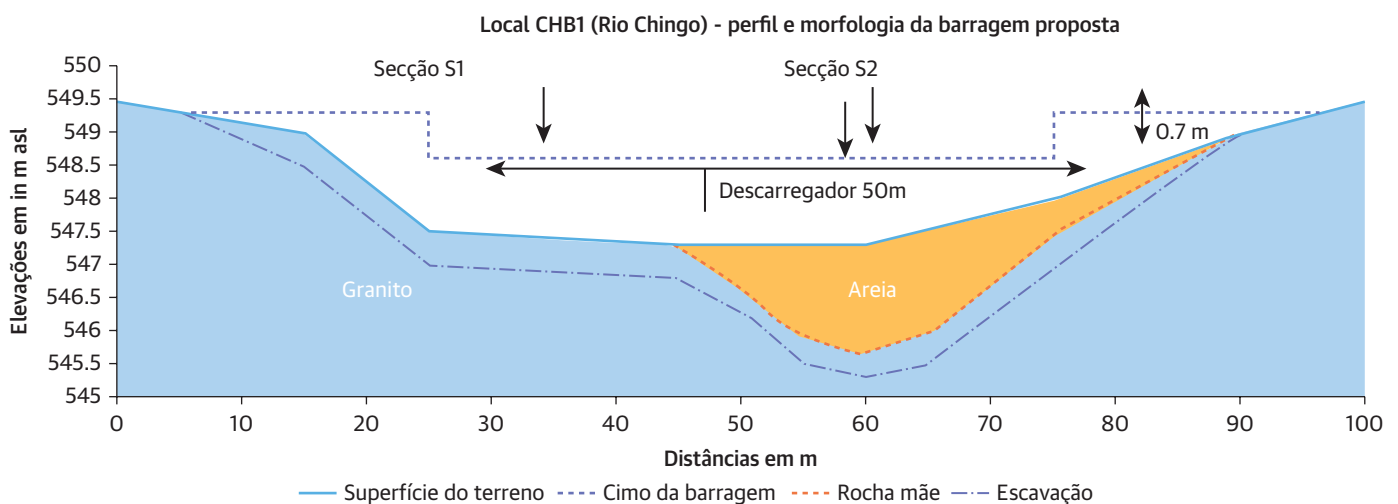


FOTOGRAFIA 4.20. Vista aérea e disposição da área do local da barragem GB3



Nota: Detalhe da área da barragem - polígonos violeta: afloramentos de granito - linha de ciano: proposta de barragem (disposição 1) linha verde: parede na margem esquerda para selar o canal de erosão - polígono amarelo: área do canal a encher - linha vermelha: disposição 2 - setas azuis: direcção do fluxo de água principal - seta preta: possível fluxo de água durante os picos de fluxo.

FIGURA 4.21. Perfil da barragem e padrão da rocha matriz



infra-estruturas, tais como poços e furos, mas grande parte destas infra-estruturas caíram em desuso e não funcionam devido à falta de recursos atribuídos para manutenção e reparações de rotina. Estima-se que 30% dos novos pontos de água falham no primeiro ano de utilização, e outros 30% falham nos dois anos seguintes, devido à falta de manutenção e reparações adequadas. Uma vez que um ponto de água falha, podem passar anos antes de ser reparado, deixando a comunidade a lutar sem água, devido à falta de capacidade para realizar reparações que muitas vezes podem ser de muito baixo custo.

Em resumo, a construção de infra-estruturas é apenas metade da solução. A outra metade, que é o maior obstáculo para a segurança da água e a resiliência climática em Angola, tem a ver com o reforço dos sistemas e instituições que estão aptos para o efeito, e com o aumento da capacidade do pessoal para prestar um serviço e ser responsável.

Embora uma análise detalhada de um sistema de manutenção eficiente e dos seus custos operacionais para o Sul de Angola seja o objecto do próximo relatório, esta secção fornece uma primeira estimativa dos custos de investimento para com base nos preços consultados localmente, os vários tipos de infra-estruturas de desenvolvimento de recursos hídricos apresentados no início deste capítulo.

Estimativas dos custos dos furos

Componentes de custo dos furos

O custo de um furo inclui diversas componentes:

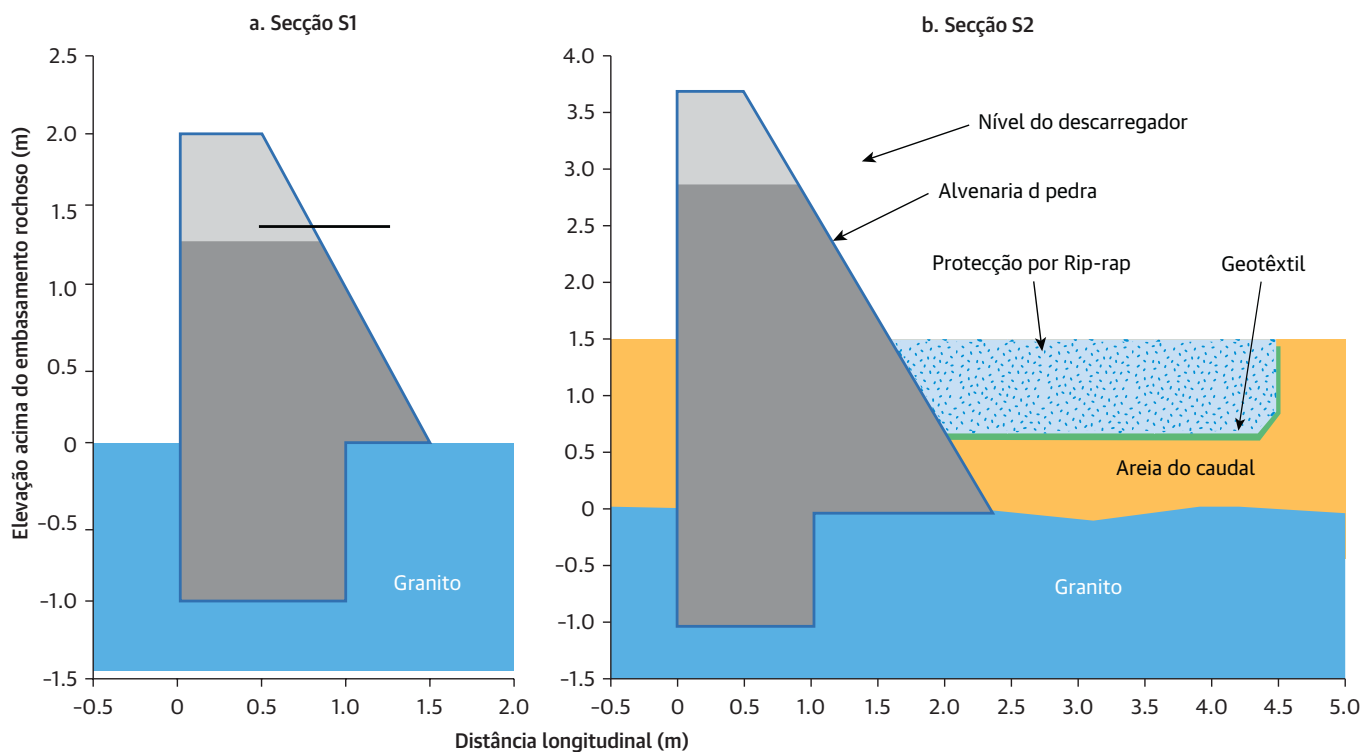
- **Localização** adequada do furo, incluindo um estudo de gabinete de informações sobre geologia, hidrogeologia (incluindo dados de furos bem sucedidos e falhados na região), etc., e investigações do local incluindo levantamento de campo, investigações geofísicas, etc;
- **Mobilização** da sonda e da equipa de perfuração;
- **Perfuração**, com a tecnologia mais adequada em função da profundidade visada e do tipo de formações geológicas encontradas;
- **Desenvolvimento** e teste dos poços;
- Instalação de **equipamento de poços** (revestimento, crivos, protecção da cabeça do poço, etc.);
- Custo da **infra-estrutura de abastecimento de água** (bomba, tanque, torneiras, plataforma, vedação, etc.);
- Custo para organizar a **gestão e formação da comunidade**

Uma vez que cada uma destas componentes de custo pode variar muito de local para local, o custo de um furo é altamente variável. Os principais factores que influenciam os custos da perfuração de um furo num determinado local são:

TABELA 4.9. Os parâmetros do fluxo e da barragem

Volume do escoamento	Produção média no mês de pico	Dias de escoamento	Produção de pico	Volume de água armazenado	Comprimento da barragem	Altura da barragem no leito do caudal	Espessura aluvial máx.	Volume da parede da barragem	Parede a montante
m ³ /ano	m ³ /seg		m ³ /seg	m ³ /caudal	m	m	m	m ³	m ³
7.10E+07	20.6	60	197	5,400	95	2.0	2.0	344	100

FIGURA 4.22. As secções transversais das barragens apresentam dois padrões diferentes devido à ausência/presença de uma cobertura arenosa do subsolo granítico



FOTOGRAFIA 4.21. Planimetria da área da barragem



Nota: Detalhe da área da barragem - polígonos violeta: afloramentos graníticos - linha azul: proposta de barragem - setas azuis: direcção do fluxo de água - área verde: rip rap.

- **Contexto hidrogeológico e complexidade.**

Dependendo da geologia e do clima da região, as águas subterrâneas podem ser encontradas a diferentes profundidades e em diferentes tipos de formações geológicas. Dependendo do tamanho, natureza e profundidade de um aquífero, as hipóteses de encontrar quantidades úteis de água doce subterrânea variam muito e exigirão investigações e análises de campo mais ou menos avançadas e elaboradas, para aumentar as hipóteses de uma perfuração bem sucedida.

- **Disponibilidade de dados para a perfuração e outros dados (hidro)geológicos.** O

conhecimento das condições prevaletes das águas subterrâneas numa região depende directamente da disponibilidade de informação proveniente de furos existentes bem sucedidos e de furos secos. Quando esta informação não estiver disponível, serão necessárias investigações mais aprofundadas para fazer uma nova perfuração.

- **Tecnologia, perícia e materiais de perfuração disponíveis localmente.** A amplitude e

qualidade da perícia, qualidade e variabilidade do equipamento de perfuração disponível numa região aumentará as opções de escolha da tecnologia mais eficiente, avançada e rentável e resultará em taxas de sucesso mais elevadas e custos unitários mais baixos para as novas perfurações.

- **Localização remota.** Os custos de mobilização de equipas e equipamento para levantamentos de campo complexos e perfuração dependem directamente da distância/localização e acessibilidade do local.

- **Custos unitários de equipamento e peças para o poço e abastecimento de água.**

Dependendo da presença e importância dos mercados locais para serviços de perfuração, do custo de vida, e dos impostos e regulamentos governamentais em vigor, o custo do equipamento e serviços dos poços e bombas varia muito de país para país e de região para região.

Custo dos furos no Sul de Angola

Com base nas provas obtidas dos inquéritos de campo, o custo de um furo no sul de Angola tende a ser elevado em comparação com outros países da região.

Para além da soma das componentes de custo que compõem o preço de um único poço, o custo real de um poço em funcionamento depende directamente da taxa de sucesso da perfuração. Uma má localização e baixos níveis de perícia resultam em altas taxas de falha das perfurações, exigindo a perfuração de vários furos secos por cada furo bem sucedido, multiplicando o custo unitário de um furo em funcionamento.

Além disso, as más práticas de perfuração e a falta de manutenção reduzem a vida útil dos furos, aumentando ainda mais o custo unitário de um furo em funcionamento.

Em suma, a ausência de informação, práticas de localização adequadas e arranjos de manutenção de infra-estruturas contribuem para o elevado custo dos furos no Sul de Angola. Os investimentos em novas infra-estruturas de abastecimento de água, destinados a reforçar a resistência à seca, devem ser acompanhados de esforços para aumentar a base de conhecimentos regional e aumentar a capacidade institucional e das partes interessadas no desenvolvimento e manutenção das infra-estruturas de águas subterrâneas, a fim de aumentar as taxas de sucesso e baixar o custo unitário dos poços.

Os números abaixo indicam intervalos de custos para diferentes categorias de furos:

- O custo de um furo debitando a partir de um aquífero pouco profundo (intervalo de profundidade 20–150 m) pode variar entre 20.000 e 100.000 dólares americanos (incluindo torneiras, bomba, painel solar e reservatório).
- O custo de um furo aumenta acentuadamente com o aumento da profundidade, devido à necessidade de utilizar equipamento de perfuração mais pesado e de aumentar o

diâmetro de perfuração, e como resultado do aumento da complexidade e do risco correlacionado de falha. O custo de um furo debitando a partir de um aquífero profundo (profundidade de 150–300 m) pode variar entre 75.000 e 500.000 dólares americanos.

- Para furos profundos, abandonar o poço devido a altos níveis de salinidade revela-se muito dispendioso. A instalação de pequenas unidades solares de dessalinização para baixar os níveis de salinidade para padrões de água potável pode ser uma alternativa económica. O investimento de capital adicional indicativo para uma tal unidade é de cerca de 140.000 dólares americanos.

Custos preliminares das infra-estruturas de captação de águas superficiais

Componentes dos custos das chimpacas e das cisternas

No cenário geográfico das terras baixas do Cuvelai, o custo das *chimpacas* e cisternas depende em grande medida do volume de sedimentos escavado e, ainda mais, do calcário subjacente. As *chimpacas* e cisternas profundas aumentam a segurança da água mas são significativamente mais dispendiosas devido à maior profundidade do calcário a ser escavado.

Outros elementos de custo das *chimpacas* são a construção do talude fronteiro, a adução de água, as vedações e a infra-estrutura de distribuição de água (painéis solares e bomba, tubagem, reservatório de armazenamento, e passagens).

Um esquema e uma secção transversal para uma *chimpaca* padrão estão incluídos no Anexo C.

Além dos custos de escavação, outros elementos de custo para cisternas são a construção de paredes de betão no topo do substrato calcário, a entrada de águas superficiais, e o colector de sedimentos para reduzir a taxa de assoreamento das cisternas, o telhado e a infra-estrutura de

distribuição de água (painéis solares e bomba, tubagem, reservatório de armazenamento, e torneiras). A adição de um telhado às cisternas reduz a contaminação por excrementos de aves e matéria orgânica e, se concebido correctamente, as perdas por evaporação.

Uma disposição esquemática e uma secção transversal para uma cisterna estão incluídas no Anexo C.

Estimativas de custos da chimpaca e da cisterna

As estimativas detalhadas dos custos da *chimpaca* são apresentadas na Tabela 4.10. O custo para uma *chimpaca* padrão de 80 x 60 m (armazenamento máximo ~12.000 m³) é de US\$160.000. O custo para uma *chimpaca* “estratégica” grande e profunda de 120 x 60 m (armazenamento máximo ~38.000 m³) é de US\$800.000.

O custo unitário por metro cúbico de água armazenada é mais elevado para uma *chimpaca* grande, devido ao aumento da profundidade. A redução da razão área/profundidade reduz as perdas de evaporação diárias e aumenta a capacidade da *chimpaca* para fazer a ponte entre um ano de precipitação inferior à média. Estas estimativas de custos não incluem o custo de estudos e levantamentos preliminares ou da aquisição de terrenos.

As estimativas detalhadas dos custos da cisterna estão incluídas na Tabela 15. O custo de uma cisterna padrão de 20 x 5 m é de cerca de 32.000 dólares americanos. O custo de uma cisterna grande e profunda de 30 x 5 m é de cerca de 62.000 USD.

Estas estimativas de custo não incluem o custo de estudos e levantamentos preliminares, a aquisição de terrenos e o custo da demarcação ou vedação do implúvio. Por razões de saúde pública, o implúvio das cisternas precisa ser protegida da poluição, incluindo excrementos de animais, resíduos domésticos, e combustível e lubrificantes de veículos ou motores.

Cálculo preliminar dos custos das barragens de areia

Avaliação da procura de água

Para uma análise preliminar de custo-benefício, foi estimado o custo de capital para a construção das barragens de areia propostas.⁴ A estimativa é baseada nos projectos definidos na secção anterior. No que respeita aos benefícios, existem problemas com a estimativa da população residente, uma vez que as administrações não conseguiram fornecer dados para uma área sujeita ao nomadismo. Por este motivo, foi feita uma análise aproximada da presença de cabanas individuais num raio de 2,5 km através de imagens de satélite Google Earth. É importante notar que este raio torna o estudo extremamente conservador, uma vez que as comunicações com a administração revelaram que as pessoas e o gado viajam diariamente mais de 5 km, e em alguns casos cerca de 10 km.

Na área do Giraul, os locais seleccionados (GB2 e GB3) estão a 3 km de distância um do outro, pelo que a mesma população pode ser considerada como partilhando as mesmas fontes. Deve considerar-se também que, de acordo com a declaração dos líderes comunitários, as cabanas podem ser facilmente deslocadas se for criada uma fonte de água permanente ou semi-permanente.

Foram detectadas cerca de 50 cabanas; assumindo uma composição familiar média de 10 pessoas, isto perfaz um número total de 500 pessoas. Este é também o número fornecido pelos líderes comunitários. É mais difícil estimar o número de animais; assume-se um número provisório de 500 vacas e 1.000 entre ovinos e caprinos para toda a comunidade para a análise dos benefícios. Deve recordar-se que existem mais três pontos de água na área do Giraul, um dos quais a cerca de 1 km de GB3 e 3 km de GB2. Neste local existem dois a três poços cavados à mão com água salobra que é utilizada principalmente para gado. Além disso, uma fonte permanente (e alguns poços cavados à mão) estão a 4,5–5,0 km dos dois locais. Por esta razão, a água de um possível novo aquífero da futura barragem deve fornecer principalmente água para a população e para alguma actividade rural.

A área de Chingo é menos povoada e, num raio de 3 km, foram contadas 25 cabanas.

A procura de água é assumida como 25 l/dia/ pessoa, 5 l/dia por ovelha ou cabra, 20 l/dia/ vaca, e 5 m³/dia por hectare irrigado.

Local GB2

Uma estimativa aproximada do investimento de capital é fornecida na Tabela 4.12, juntamente com outros parâmetros-chave:

Na área alvo, num raio de 2,0 km da fonte, foi detectado um número de 25 cabanas que, assumindo uma composição familiar média de 10 pessoas, perfaz um número total de 250 pessoas. Assume-se um número de 250 vacas e 500 ovelhas e cabras para toda a comunidade. Evidentemente, no caso de uma barragem ser construída numa alternativa ao local GB3, o número de habitantes e de gado pode facilmente duplicar. Por este motivo, vamos considerar esta opção para a análise custo-benefício.

Com base no acima exposto, foi utilizada a barragem de areia com uma capacidade de armazenamento de 3.240 m³ e um custo de capital de US\$46.760, servindo uma população de 500 pessoas. De acordo com as estimativas, os beneficiários-alvo possuem, no total, cerca de 1.000 ovinos e caprinos e 500 bovinos para carne. Além disso, considera-se que poderiam ser desenvolvidos 2,02 hectares de explorações de regadio. A procura diária de água para a área seria de aproximadamente 38 m³/dia. Isto significa que a água armazenada pela barragem pode abastecer a população durante cerca de 3 meses após o fim da estação das chuvas. Considerando apenas o consumo para uso doméstico, o período estende-se até 9 meses que cobre toda a estação seca. O custo de capital da barragem de terra está estimado em $(US\$46.760 / 500) = US\$93,52$ por pessoa. Presume-se que a barragem de areia tenha uma vida útil de 30 anos, considerando o volume total armazenado $(30 \times 3.240 = 97.200 \text{ m}^3)$ obtém-se um custo de US\$0,48.

A presença da barragem na área circundante do local GB2 não apresenta riscos hidrológicos evidentes porque a morfologia das margens assegura uma protecção natural contra eventos de inundação. Na verdade, a margem esquerda (SE) é coberta por uma planície que é quase 1,5 m mais alta do topo da barragem, enquanto a margem direita (NW) se eleva com uma inclinação de 20–30% em direcção ao topo da colina. No entanto, no local espera-se um caudal máximo de 68 m³/s, apenas em caso de precipitação excepcional, e o derrame projectado pode enfrentar um caudal de até 60–70 m³/s.

Existe um ligeiro risco de pequenos deslizamentos de terra neste flanco, mas é minimizado pela presença de árvores e pela provável presença da rocha matriz a pouca profundidade.

Local GB3

Uma estimativa aproximada do investimento de capital para os dois possíveis planos⁵ de barragens é fornecida na Tabela 4.13, juntamente com outros parâmetros-chave:

Na região alvo, num raio de 2,0–2,5 km da fonte, foi detectadas cerca de 50 cabanas que, assumindo uma composição familiar média de 10 pessoas, perfaz um número total de 500 pessoas. Este é também o número fornecido pelos líderes comunitários. É mais difícil estimar o número de animais; assume-se um número provisório de 500 vacas e 1.000 ovelhas e cabras para a análise dos benefícios.

Com base no acima exposto, foi utilizada a barragem de areia com uma capacidade de armazenamento de 3.600 m³ (traçado 1) e um custo de capital de US\$39.840. De acordo com as estimativas, os beneficiários-alvo possuem, no total, cerca de 1.000 ovinos e caprinos e 500 bovinos para carne. Além disso, supõe-se que poderiam ser desenvolvidos 2,02 hectares de agricultura familiar. A procura de água diária para a área seria de aproximadamente 38 m³/dia. Isto significa que a água armazenada pela barragem pode abastecer a população durante cerca de 3 meses e uma semana após o final da estação das chuvas. Considerando apenas o consumo para uso doméstico, o período

estende-se a mais de 9 meses, o que cobre toda a estação seca. O custo de capital da barragem de terra é estimado (US\$39.840 / 500) US\$79,7. Presume-se que a barragem de areia tenha uma vida útil de 30 anos, considerando o volume total armazenado (30 x 3.600 = 108.000 m³) obtém-se um custo de US\$0,37/m³.

Considerando a disposição da barragem 2, a capacidade de armazenamento aumenta para 7.200 m³ (traçado 1) e o custo de capital para 60.400 dólares americanos. O custo de capital por pessoa da barragem de terra é estimado (US\$60.400 / 500) US\$120,8. Dado que a procura diária de água é a mesma (38 m³/dia), o armazenamento pode fornecer água durante 6 meses e 2 semanas. Neste caso, o custo unitário da água desce para US\$0,28/m³.

Na verdade, neste local, dada a presença de uma fonte de água semi-perene, pode esperar-se uma recarga subterrânea pelo menos durante 2–3 meses após o fim das chuvas. Neste caso, a presença da barragem contribui para uma extensão a montante, para além da albufeira (throwback) estimado, da secção saturada de aluvião. Noutros termos, a água acumulada na área da albufeira (throwback) é substituída, pelo menos parcialmente, a partir do fluxo a montante e o período de disponibilidade de água aumenta de 2–3 meses. Esta hipótese só pode ser verificada após a construção da barragem.

O Rio Kapangombe é o ramo principal do riacho Giraul e tem uma bacia larga e um caudal máximo de cerca de 144 m³/s. O escoamento no projecto tem uma secção de cerca de 40 m² e mesmo considerando uma velocidade de 2 m/s pode conter apenas um caudal de 80 m/s. Noutros termos, é possível que em caso de eventos excepcionais, a água não só possa ultrapassar toda a crista, como também possa inundar a margem esquerda e galgar a parte superior da margem direita. Na verdade, os líderes comunitários confirmaram o último evento e a ausência de cabanas na margem esquerda poderia confirmar o primeiro. Os mesmos líderes comunitários declararam a sua disponibilidade para deslocar as cabanas mais próxima (3–4 cabanas) para áreas mais altas, no caso da construção da barragem.

TABELA 4.10. Estimativas de custos para uma chimpaca padrão e uma chimpaca estratégica grande

Descrição	Unidade	C (M)	L (M)	A (M)	Quantidade	Custos unitários (US\$)	Total (US\$)
<i>Estimativa de custos da Chimpaca So it 60 X 4 M (Excluindo a aquisição de terreno)</i>							
1	Mobilização				1	4,000	4,000
2	Remoção de árvores/ desmatagem	m ²	104	84	8,736	0.5	4,368
3	Escavação de sedimentos superiores (ladeira 3/12)	m ³	80	60	3	5	48,960
4	Escavação de substrato de calcário com escavadora e martelo hidráulico	m ²	56	36	1	40	80,640
5	Construção de taludes	m	92	72	328	20	6,560
6	Filtro de rocha para adução de águas das chuvas	m ²	18	10	180	15	2,700
7	Vedação	m	104	84	376	10	3,760
8	Passagens, tubagem, bomba solar, painéis solares, reservatório de 5.000 L				1	10,000	10,000
Armazenamento máximo (m³/estação)					11,808	Custo total:	160,988
<i>Estimativa de custos da chimpaca 120 X 80 \$M (Excluindo a aquisição de terreno)</i>							
1	Mobilização				1	4,000	4,000
2	Remoção de árvores/ desmatagem	m ²	144	104	14,976	0.5	7,488
3	Escavação de sedimentos superiores (ladeira 3/12)	m ³	120	80	3	5	110,160
4	Escavação de substrato de calcário com escavadora e martelo hidráulico	m ³	96	56	3	40	645,120
5	Construção de taludes	m	132	92	448	20	8,960
6	Filtro de rocha para adução de águas das chuvas	m ²	18	10	180	15	2,700
7	Vedação	m	144	104	496	10	4,960
8	Passagens, tubagem, bomba solar, painéis solares, reservatório de 5.000 L				1	10,000	10,000
Armazenamento máximo (m³/estação)					38,160	Custo total:	793,388

Local CH1

Uma estimativa aproximada do investimento de capital é fornecida na Tabela 4.14, juntamente com outros parâmetros-chave:

Tem de se considerar que mais trabalhos podem ter lugar na área alvo. Num raio de 4 km do local, foram detectadas cerca de 25 cabanas que, assumindo uma composição familiar média de 10

peças, perfaz um número total de 250 pessoas. Considerando que, após a construção da barragem, alguns pastores poderão utilizar mais a fonte, uma vez que a área a oeste parece mais seca do que a área do Giraul, considerou-se que a população residente poderá aumentar para 500 pessoas.

Com base no acima exposto, foi utilizada a barragem de areia com uma capacidade de armazenamento de 5.400 m³ e um custo de

TABELA 4.11. Estimativas de custos para cisternas normais e grandes

Descrição	Unidade	C (M)	L (M)	A (M)	Quantidade	Custos unitários (US\$)	Total (US\$)	
<i>Estimativa de custos de cisternas 20 X 5 X 5 M (Excluindo a aquisição de terreno)</i>								
1	Mobilização				1	2,000	2,000	
2	Remoção de árvores/ desmatagem	m ²	30	15	450	0.5	225	
3	Escavação de sedimentos superiores (ladeira 3/12)	m ³	20	5	3	378	5	1,890
4	Escavação de substrato de calcário com escavadora e martelo hidráulico	m ³	20	5	2	200	40	8,000
5	Construção de taludes	m ³	20	5	4	60	120	7,200
6	Filtro de rocha para adução de águas das chuvas	m ²	8	4	1	1,500	1,500	
7	Vedação	m ²	20	5	100	65	6,500	
8	Passagens, tubagem, bomba solar, painéis solares, reservatório de 5.000 L	m	30	15	90	10	900	
9	Taps, piping, solar pump, solar panels, 1,000 L reservoir				1	6,000	6,000	
Armazenamento máximo (m³/estação)					500	Custo total:	32,215	
<i>Estimativa de custos de cisternas 30 X 5 X 3 M (Excluindo a aquisição de terreno)</i>								
1	Mobilização				1	2,000	2,000	
2	Remoção de árvores/ desmatagem	m ²	40	15	600	0.5	300	
3	Escavação de sedimentos superiores (ladeira 3/12)	m ³	30	5	3	558	5	2,790
4	Escavação de substrato de calcário com escavadora e martelo hidráulico	m ³	30		750	40	30,000	
5	Construção de taludes	m ³	30	5	4	84	120	10,080
6	Filtro de rocha para adução de águas das chuvas	m ²	8	4	1	1,500	1,500	
7	Vedação	m ²	30	5	150	65	9,750	
8	Passagens, tubagem, bomba solar, painéis solares, reservatório de 5.000 L	m	40	15	110	10	1,100	
9	Taps, piping, solar pump, solar panels, 1,000 L reservoir				1	6,000	6,000	
Armazenamento máximo (m³/estação)					1,200	Custo total:	61,520	

capital de US\$49.330. De acordo com as estimativas, os beneficiários-alvo possuem, no total, cerca de 1.000 ovinos e caprinos e 500 bovinos para carne. Além disso, considera-se que poderiam ser desenvolvidas 2,02 hectares de explorações de regadio. A procura diária de água para a área seria de aproximadamente 38 m³/dia. Isto significa que a água armazenada pela barragem pode abastecer a população durante cerca de 5 meses

após o fim da estação das chuvas. Considerando apenas o consumo para uso doméstico, o período estende-se a mais de um ano. O custo de capital da barragem de areia é estimado em (US\$49.330 / 500) US\$98,7 por pessoa. Presume-se que a barragem de areia tenha uma vida útil de 30 anos; considerando o volume total armazenado (30 x 5.400 = 162.000 m³) obtém-se um custo de US\$0,30 por metro cúbico de água.

Na verdade, neste local, dada a presença de uma fonte de água semi-perene, e a ausência de afloramentos rochosos no leito do riacho numa grande secção, pode esperar-se uma recarga subterrânea pelo menos durante 2–3 meses após o fim das chuvas.

O principal risco da área é o elevado pico de fluxo que pode ser esperado no topo da estação das chuvas, que é de cerca de 200 m³/s. Na verdade, a destruição da antiga barragem é prova de fortes caudais.⁶ Uma vez que a inclinação do riacho foi estimada como não superior a 0,3%, a velocidade do fluxo não deve exceder 1,5 m/s. Por esta razão, o caudal projectado não pode canalizar mais de 60 m³/s. Portanto, após o levantamento topognóstico, deve ser verificada a possibilidade de aumentar o comprimento e a altura da barragem, possível apenas se a rocha matriz se estender e se elevar sob a cobertura aluvial nas margens. Desta forma, também o descarregador pode ser aumentado e aprofundado e permitir um fluxo maior. No caso negativo, deve ser dada grande atenção aos pilares e à crista da barragem para os proteger da erosão. Além disso, sugere-se que os interessados avaliem possíveis soluções de concepção para ligar a nova barragem à zona de terra na margem direita e aos restos da parede da barragem na margem esquerda.

Na análise de custos, não foi incluída a construção de poços revestidos ligados. Dada também, a pouca profundidade do subsolo após a acumulação de areia na área da albufeira (throwback) (3–4 m), os custos de tais obras não devem ser significativos.

Conclusão

Os custos de capital das barragens de areia propostas variam entre US\$40.000 e US\$60.000. A diferença depende principalmente do comprimento do muro da barragem que varia entre 70 e 100 m e da altura, que varia entre 2 e 3 m. A isto deve acrescentar-se o custo opcional de um poço raso por barragem, nunca para além de alguns milhares de dólares americanos.

O custo de um metro cúbico de água obtido pela construção da barragem varia entre US\$0,3 e US\$0,5, o investimento por pessoa, calculado com base em 500 pessoas por barragem, varia entre US\$80 e US\$120. A hipótese na base destes cálculos é uma vida útil da barragem de 30 anos, mas deve ser considerado que se bem for bem construída o ciclo de vida da barragem pode estender-se até 50 anos ou mais, com uma redução significativa dos dois últimos parâmetros. Em qualquer caso, esta análise preliminar de custos é altamente conservadora nas estimativas

TABELA 4.12. Análise de custos para a barragem de areia do local GB2

Descrição	Unidade	Quantidade	Custo unitário (US\$)	Total (US\$)
1 Mobilização				2,000
2 Escavação em aluvião fluvial macio	m ³	500	6	3,000
3 Escavação em rocha mãe cristalina (granodiorito) com utilização de escavadora e martelo hidráulico	m ³	90	80	7,200
4 Protecção do rip-rap a jusante (pedras no local)	m ³	144	40	5,760
5 Geotêxtil de poliéster para evitar o afundamento dos aterros	m ³	200	3	600
6 Parede em alvenaria de pedra	m ³	282	100	28,200
Custo total (USD)				46,760

de benefícios e provavelmente o desenvolvimento da infra-estrutura é mais rentável do que o aqui expresso.

Resumo das estimativas de custos das infra-estruturas

Foram compilados a partir de fontes locais intervalos de custos para vários tipos de infra-estruturas de abastecimento e captação de água, que são apresentados a seguir (Tabela 4.15). Como poucos exemplos de custos estavam disponíveis em Angola, foram incluídos na comparação custos de infra-estruturas de outros países da região e de países africanos com cenários hidrogeológicos e climatológicos semelhantes.

Os custos das infra-estruturas tendem a ser mais elevados em Angola, em parte devido a questões de capacidade e governação mencionadas acima.

Uma análise económica mais detalhada, utilizando equipamento local, custos de materiais e de perícia, e baseada em projectos de infra-estruturas reais que reflectam as condições hidrológicas e hidrogeológicas locais, será feita numa fase de seguimento.

Identificação dos riscos associados à construção de infra-estruturas de abastecimento de água em pequena escala

O Sul de Angola representa um ambiente operacional complexo com riscos de natureza diferente que podem dificultar a realização do objectivo de construir resiliência à seca através da construção de soluções de infra-estruturas de pequena escala propostas. Algumas das mais significativas medidas que serão implementadas para as mitigar, são:

- O ambiente político e institucional a nível superior (nacional, provincial, agências das bacias hidrográficas, etc.) pode ter um impacto directo no sucesso dos projectos de desenvolvimento. Tal como explicado ao longo do capítulo 4, os projectos-piloto

previstos são de pequena escala e baseados na comunidade e, como tal, estão mais desligados da economia política de alto nível e, portanto, protegidos das potenciais questões políticas de nível superior.

- Uma capacidade orçamental e institucional inadequada para a implementação e supervisão de projectos poderia também dificultar o sucesso e a sustentabilidade dos projectos-piloto de infra-estruturas. Os projectos-piloto serão concebidos com níveis adicionais de monitorização e apoio à implementação para ajudar na criação das estruturas necessárias.
- A coordenação aos diferentes níveis administrativos é fraca na região e as estratégias não são muitas vezes coerentes dentro e entre sectores e agências relevantes. Os projectos-piloto de infra-estruturas rurais propostos constituirão uma oportunidade a não perder para permitir o diálogo e criar plataformas para o diálogo político a nível local.
- As comunidades podem abandonar os projectos-piloto após a saída dos doadores. O envolvimento das partes interessadas e o reforço das capacidades da comunidade serão salientados, a fim de reduzir este risco. O envolvimento comunitário tem de começar a partir das primeiras fases de planeamento e terá de ser suficientemente prolongado e intensivo, para que a propriedade da comunidade seja construída e a operação e a manutenção sejam planeadas e implementadas. As prioridades locais, as dinâmicas de subsistência e as condições de recursos irão informar e impulsionar as actividades que virão.
- A má gestão comunitária de pontos de água reabilitados ou recentemente criados pode degradar as terras agrícolas e a qualidade da água. A capacidade das comunidades para gerir as infra-estruturas e desenvolver planos sustentáveis e adequados de utilização da água deve ser enfatizada. Para a fase de acompanhamento deste trabalho estão planeadas componentes de capacitação para compreender melhor o significado destes

TABELA 4.13. Análise de custos para a barragem de areia do local GB3

	Descrição (disposição 1)	Unidade	Quantidade	Custo unitário (US\$)	Total (US\$)
1	Mobilização	m ³			2,000
2	Escavação em depósitos arenosos ribeirinhos	m ³	40	6	240
3	Escavação em rocha mãe cristalina (granito) com utilização de escavadora e martelo hidráulico	m ³	85	80	6,800
4	Barragem em alvenaria de pedra	m ³	340	80	27,200
5	Parede em betão reforçado	m ³	30	120	3,600
Custo total (USD)					39,840
1	Mobilização	m ³			2,000
2	Escavação em depósitos arenosos ribeirinhos	m ³	400		2,400
3	Escavação em rocha mãe cristalina (granito) com utilização de escavadora e martelo hidráulico	m ³	130	80	10,400
4	Protecção do rip-rap a jusante (pedras no local)	m ³	100	40	4,000
5	Barragem em alvenaria de pedra	m ³	520	80	41,600
Custo total (USD)					60,400

riscos no contexto do sul de Angola e para trabalhar colectivamente para os evitar.

- Podem surgir conflitos localizados em torno da expansão do acesso à água e da disponibilidade de recursos nesta região semi-árida, especialmente à medida que as secas se alastram. A disponibilidade de água e forragens controla o movimento e a migração de pastores nesta região, o que pode levar a um aumento da pressão nos locais-piloto. Os pilotos têm o potencial de perturbar as actuais dinâmicas e inter-relações entre grupos da comunidade. Para minimizar estas ameaças, o trabalho de acompanhamento incluirá uma componente completa para compreender os hábitos agropastoris e as rotas de migração de transumância, em preparação da pilotagem posterior das infra-estruturas. Além disso, os pilotos serão de pequena escala e centrar-se-ão nas exigências limitadas da comunidade,

assumindo que estas não irão criar um contraste proeminente entre os assentamentos.

- A concepção técnica e o planeamento das opções de infra-estruturas é arriscada. Um planeamento e concepção deficientes podem levar a falhas nas infra-estruturas ou a um armazenamento insuficiente, levando à frustração nas comunidades. Para mitigar esta situação, parte do trabalho de seguimento centra-se na realização de estudos sobre recursos hídricos específicos, trabalhando extensivamente com ferramentas geoespaciais e levantamentos de campo para apoiar o planeamento de infra-estruturas, e reconhecer bacias hidrográficas prioritárias para a captação de água ou locais adequados para o desenvolvimento de águas subterrâneas, dependendo das soluções seleccionadas.

TABELA 4.14. Análise de custos para a barragem de areia do local CH1

	Descrição (disposição 1)	Unidade	Quantidade	Custo unitário (US\$)	Total (US\$)
1	Mobilização				4,000
2	Escavação em depósitos arenosos ribeirinhos	m ³	400	6	2,400
3	Escavação em rocha mãe cristalina (granito) com utilização de escavadora e martelo hidráulico	m ³	95	80	7,600
4	Geotêxtil de poliéster para evitar o afundamento dos aterros	m ³	150	3	450
5	Protecção do rip-rap a jusante (pedras no local)	m ³	112	40	4,480
6	Parede em alvenaria de pedra	m ³	344	100	34,400
Custo total (USD)					49,330

- Os riscos climáticos podem ter impacto na fiabilidade dos investimentos propostos em infra-estruturas hídricas rurais. Aliviar os potenciais riscos climáticos e reforçar a robustez das infra-estruturas face à seca estão precisamente no centro da concepção técnica das opções propostas para investimentos em

infra-estruturas rurais de abastecimento de água. No entanto, as inundações constituem uma ameaça real para algumas das infra-estruturas hídricas previstas, pelo que será dada especial ênfase à sua concepção para resistir a caudais extremos.

TABELA 4.15. Visão geral das estimativas de custos para diferentes tipos de infra-estruturas de abastecimento de água em meio rural

Tipo de infra-estrutura	Dimensões típicas	Volume de água recolhido/produzido	Gama de custos (US\$)
Água Subterrânea			
Poço a céu aberto	Dia 1,5 x D20 a Dia 4 x D10	1 a 10 m ³ /dia	6,000–12,000
Furo com bomba solar	Profundidade 20 a 150 m	5 a 20 m ³ /dia	20,000–100,000
Furo com unidade de desal	Profundidade 20 a 150 m	5 a 20 m ³ /dia	160,000–240,000
Furo profundo	Profundidade 150 a 300 m	5 to 100 m ³ /h	75,000–500,000
Infra-estrutura para captação de água			
Barragem de areia	C50 x A1,5 a C100 x A2,5	720 a 5400 m ³ /estação	50,000–150,000
Chimpaca	C80 x L60 x P4 a C120 x LC80 x P6	19.200 a 57.600 m ³ /estação	120,000–800,000
Cisterna	C20 x L5 x P5 a C30 x L5 x P8	500 a 1.200 m ³ /estação	30,000–75,000

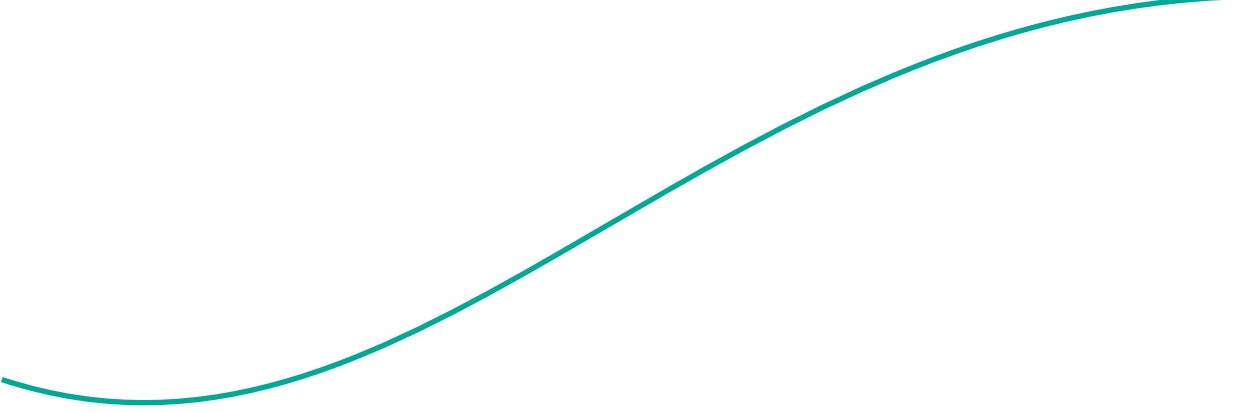
- Intervenções baseadas na captação de água, tais como chimpacas ou barragens de areia, podem implicar uma modificação da disponibilidade de água a jusante. Além disso, algumas das áreas prioritárias identificadas encontram-se dentro de bacias ou aquíferos transfronteiriços. Estes riscos serão cuidadosamente estudados e avaliados a partir da fase seguinte da fase de trabalho em diante.

A implementação das opções de infra-estruturas sugeridas no capítulo 4 através de um financiamento de projecto de investimento, teria de observar diversas Normas Ambientais e Sociais (ESS) do Quadro Ambiental e Social do Banco Mundial, incluindo potencialmente o seguinte, dependendo da concepção e localização: ESS1- Assesment and Management of Environmental and Social Risks and Impacts; ESS4-Saúde e Segurança Comunitária; ESS5-Aquisição de terras, restrições ao uso da terra e reassentamento involuntário; ESS6-Conservação da biodiversidade e gestão sustentável dos recursos naturais vivos; ESS7-Comunidades locais tradicionais historicamente mal servidas dos povos indígenas/africanos subsarianos; ESS8-Património cultural; e ESS10-Divulgação de informação e envolvimento das partes interessadas.

Notas

10. Se a topografia, geologia e hidrologia superficial são adequadas para a construção de colecta e armazenamento de escoamento de águas superficiais, cisternas e *chimpacas* devem ser construídos em pares, separando o consumo de água humana e animal. Cisternas para consumo humano são menores e mais profundas do que *chimpacas* para reduzir as perdas de evaporação e a contaminação, e são tipicamente cobertos e equipados com um filtro/armadilha de sedimentos. A água pode ser fornecida através de torneiras utilizando energia solar. As tradicionais *chimpacas* podem fornecer a maior parte da procura de água para os animais (exceto durante secas prolongadas).
11. Informação fornecida por administradores e confirmada por membros da comunidade.
12. Os detalhes para a campanha topográfica e geognóstica são apresentados no Anexo D.
13. A análise baseia-se em países africanos onde os preços podem ser mais elevados (10–20%) do que em Angola. Esta investigação será aperfeiçoada numa próxima fase.
14. Foram considerados dois traçados possíveis: o primeiro (plano 1) considera um comprimento de barragem de 75 m e uma altura média de 2,0–2,5 m, o segundo (plano 2) tem 130 m de comprimento com uma altura de 2,5–3,0 m. A decisão sobre o plano final deve ser tomada após o levantamento topognóstico-geográfico.
15. É de notar que a antiga barragem não foi construída na rocha matriz e no ponto em que o fluxo de água a quebrou, a base da barragem não chegou à rocha matriz.





5 Conclusões e Recomendações: Fortalecimento da Resiliência à Seca no Sul de Angola

Os impactos da seca estão longe de ser um “Acto de Deus”: são modulados por instituições, sistemas de gestão, e investimentos. São também fortemente modulados pela funcionalidade dos sistemas e infra-estruturas existentes durante os períodos de não seca, e tendo instituições e recursos adequados. Em qualquer contexto, construir resiliência significa ter sistemas robustos e funcionais, mecanismos para os manter, ter várias opções no caso de algumas falharem, e estar preparado e flexível para se adaptar à medida que os choques acontecem.

No decurso da mais recente seca (2012–2019), o Governo de Angola e os seus parceiros mobilizaram progressivamente numerosos recursos de emergência para mitigar os impactos da seca quando estas já estavam a ocorrer e o sofrimento no Sul era generalizado. O governo está bem consciente da necessidade de passar de um modo reactivo para um modo de estar preparado, e esta consciência levou ao pedido ministerial para este estudo. Os recursos gastos em respostas de emergência geralmente obtêm resultados

limitados e têm custos muito elevados. Por outro lado, estes mesmos recursos produzem muito mais benefícios a longo prazo quando são gastos na preparação e na construção de resiliência antes de uma seca.

O objectivo final deste trabalho é compreender a distribuição espacial dos factores relacionados com a água que contribuem para a vulnerabilidade à seca, a fim de dar prioridade às necessidades e informar a concepção de soluções para aumentar a resiliência à seca em todo o Sul de Angola. Este estudo revelou que os principais factores que determinam a vulnerabilidade à seca no Sul e Centro de Angola, no que diz respeito ao acesso aos recursos hídricos, são os seguintes:

1. A falta geral de monitorização eficiente e comunicação de informação sobre o estado dos pontos de água, bem como uma base de conhecimentos muito parcial sobre os recursos hídricos. A falta de recolha sistemática de informação sobre o estado dos pontos de água é o primeiro elo que falta na cadeia para

manter a funcionalidade dos pontos de água. A falta de conhecimentos sobre os recursos hídricos está na origem de numerosos investimentos mal orientados (ou seja, o grande número de poços secos perfurados em resposta à seca).

2. A falta de acesso fiável aos recursos hídricos, devido à insuficiência de investimentos resilientes a nível comunitário. Muitas áreas têm uma elevada dependência de cacimbas e chimpacas desprotegidas para o acesso à água potável, que são as primeiras afectadas em tempos de seca, e nas quais a qualidade da água se deteriora rapidamente.
3. A falta de capacidade nacional e regional para reparar sistematicamente pontos de água, preparar para secas, e responder às secas, desde o nível comunitário até aos níveis provincial e ministerial. Isto deve-se em parte à falta de orçamentos atribuídos e de recursos adequados para o pessoal das agências, o que resulta numa falta de capacidade de planeamento e gestão, e numa falta de processos de informação-acção.

Este relatório fornece uma abordagem abrangente para avaliar a vulnerabilidade à seca em cinco províncias do Sul de Angola. A abordagem combina uma análise documental dos dados do censo (INE, 2014) a nível municipal, o parecer dos parceiros e agências governamentais, e observações de trabalho de campo feitas durante várias missões.

Um mapeamento e priorização da vulnerabilidade regional nas 130 comunas das 5 províncias é aqui apresentado com base nas condições estruturais de acesso à água. A lista das 130 comunas classificadas por ordem decrescente de vulnerabilidade, com base nas suas condições de acesso à água, é aqui apresentada na Tabela 2.2. Esta lista é um guia claro para ajudar a dar prioridade aos investimentos em recursos hídricos em toda a região. O mapeamento da vulnerabilidade foi então sobreposto à distribuição espacial da intensidade e gravidade da seca, tal como observada pelos satélites, e aos impactos reportados

e observados no terreno. Esta sobreposição de vulnerabilidade, intensidade da seca e informação de campo produziu o seguinte quadro: as comunas mais atingidas pela seca foram Mongua, Evale, Kafima, Ombala yo Mungu, Humbe, Mukope, Shiede, Naulila, Onkokwa, e Otchinjau na província do Cunene; Tchipungo, Chimbemba, Chiange, Kapunda Kavilongo, e Jau na província da Huíla; e Lucira, Camacuio, Caitou, Chinquite, Cahinde, e Chingo na província do Namibe.

Além disso, o estudo identificou também condições muito pobres de acesso à água em locais onde a seca não teve um grande efeito físico. Por vezes, verificou-se que a resolução dessas situações não era demasiado cara e que exigiam sobretudo alguma liderança de governação local (é o caso de Lucira, apenas para citar um exemplo visitado na fase 2).

Este estudo identificou uma série de investimentos em recursos hídricos que poderiam ajudar a criar segurança hídrica para resiliência ao nível das comunidades. Propõe também um quadro de decisão para orientar os tipos de investimentos que serão melhores em cada comunidade ou local, nos vários contextos do sul de Angola. Dentro desse quadro, a equipa explorou a viabilidade de algumas soluções adaptadas com mais detalhe, tais como sistemas acoplados de chimpaca e cisterna na província do Cunene, e a construção e reabilitação de barragens de areia no Namibe, identificando e caracterizando uma série de locais propostos.

Com base nos resultados deste estudo e olhando para o futuro, são feitas as seguintes recomendações para criar resiliência nas condições de acesso à água no Sul de Angola.

Recomendação 1: investir em informação e conhecimento

1. Abordar a falta de informação e mecanismos de monitorização do estado dos pontos de água. A funcionalidade dos pontos de água

é gravemente prejudicada no Sul de Angola pela falta de informação adequada sobre o estado das infra-estruturas hídricas e dos recursos hídricos. Isto pode ser resolvido através da tomada das seguintes medidas:

a. **Actualizar a informação existente.**

Realizar um inventário exaustivo dos dados existentes sobre pontos de água, furos, e outras infra-estruturas de abastecimento de água na região. Isto deve centrar-se nos pontos de água destinados a abastecer a população local com água potável. Devem ser recolhidos os seguintes parâmetros: condutividade, pH, coordenadas GPS, nível e profundidade da água estática, cor/ cheiro da água, tipo de ponto de água, funcionalidade dos pontos de água, método de elevação, tipo de bomba, necessidade de reabilitação, duração se a bomba estiver fora de serviço, e vezes que o ponto ficou sem água durante o ano.

b. **Estabelecer mecanismos para actualizar a informação.** Os sistemas de informação precisam de estar activos, com actualização regular do sistema. Estes mecanismos em contextos como Angola devem concentrar-se nas pessoas e nos fluxos de informação, uma vez que isto não requer grandes investimentos, apenas intencionalidade, uma orientação clara das instituições para o cumprimento das suas responsabilidades, e formação para georreferenciar a informação e utilizar bases de dados simples.

c. **Gerir a informação, partilhá-la e utilizá-la.**

Operacionalizar sistemas de informação como o *Sistema de Informação do Sector de Água e Saneamento (SISAS)* e plataformas associadas para actualizar e integrar periodicamente a informação. Uma plataforma que inclui apenas informação antiga, como o SISAS actual, está desactualizada e tem uma utilização limitada. Ligar este sistema de informação a um sistema de acções: ligá-lo a programas de manutenção e reparação. Permitir a partilha de dados dentro e entre instituições. Formar o pessoal das províncias e municípios

para compreender o sistema e utilizá-lo.

Revitalizar o Núcleo de Aguas Subterrâneas, ou um programa ou agência semelhante.

2. Investir no conhecimento dos recursos hídricos. O número limitado de estudos geológicos hidrológicos e hidrogeológicos disponíveis, bem como a falta de dados, colocam obstáculos à concepção de bons investimentos em recursos hídricos. São necessários bons estudos hidrogeológicos e planos das bacias para conceber investimentos sustentáveis em toda a bacia para uma gestão resiliente dos recursos hídricos e do acesso à água. São necessários sistemas de monitorização (in situ, e detecção remota) para monitorizar os recursos hídricos - ou seja, águas subterrâneas e superficiais, tanto em termos de qualidade como de quantidade.

a. **Realizar estudos sobre águas subter-**

râneas. Integrar a informação existente e nova para uso estratégico dos aquíferos na região. Para aquíferos e sistemas de águas subterrâneas, as seguintes variáveis são críticas: a geometria (extensão e espessura) do aquífero ou sistemas de aquíferos; as condições limite, áreas de recarga e escoamentos; o tipo de aquífero; os parâmetros hidráulicos; quantificação do balanço hídrico e usos correntes e modelos de simulação dos corpos principais; e caracterização da qualidade das águas subterrâneas, perigos, e riscos/ameaças de uso.

b. **Realizar estudos das águas superficiais e de balanços hídricos.**

Compreender a repartição e dinâmica da água com o uso e cobertura do solo, através de estudos de contabilidade hídrica na região. Utilizar os dados disponíveis tanto de observações de campo como de imagens de satélite.

c. **Estabelecer uma monitorização contínua dos recursos hídricos.**

Continuar e expandir os esforços de monitorização contínua das águas superficiais através de estações hidrométricas, integrar estimativas de detecção remota e expandir os esforços para incluir a monitorização das águas subterrâneas. A monitorização da dinâmica

das águas subterrâneas é extremamente importante para compreender os aquíferos, calibrar modelos, e fechar o balanço hídrico. Além disso, utilizar plataformas digitais para integrar, armazenar, e visualizar informação sobre recursos hídricos. Exemplos, para o caso das águas subterrâneas, incluem o Sistema de Informação de Águas Subterrâneas (IGRAC) ou o US Groundwater Watch.

d. **Envolver as universidades angolanas.**

Todas as actividades acima referidas são ideais para investir no conhecimento local e fazer uso do talento e perícia locais, mesmo quando combinadas com assistência a nível internacional. O envolvimento das universidades em tarefas de dados e análise tem muitas vantagens, tais como a utilização rentável dos estudantes para desenvolver um corpo de conhecimentos, investir nas gerações futuras, etc.

- e. **Partilha de dados.** Apesar de terem sido feitos investimentos significativos em geologia e explorações de águas subterrâneas, partilhar os dados relacionados com a água (por exemplo, o estudo PLANAGEO, implementado pelo Ministério do Petróleo e Recursos Minerais) parece ser uma tarefa impossível, mesmo no contexto de uma catástrofe nacional, como a última seca no Sul.

Recomendação 2: investir em infra-estruturas rurais

Embora o governo de Angola esteja a investir em novas barragens e transferências de água nas bacias do Cunene-Cuvelai, e planeie seis novas barragens nas bacias costeiras do Namibe (Programa de Medidas Estruturantes, 2019), as comunidades rurais em grandes áreas do Sul de Angola não beneficiarão destes investimentos. Um programa complementar de investimentos a nível das comunidades aumentará o acesso aos recursos hídricos e o armazenamento em pequena escala mais espacialmente distribuído.

É importante notar que este estudo concluiu que as comunidades prioritárias muitas vezes não podem confiar numa única solução para garantir o seu abastecimento doméstico de água, sendo essencial que disponham de uma esquema de utilização conjuntiva. Podem ser utilizadas diversas soluções de infra-estruturas com o objectivo de responder às necessidades destas comunidades rurais em toda a região. A abordagem geral para o planeamento de investimentos em recursos hídricos no nível das comunidades está resumida na Figura 5.1. Algumas recomendações a este respeito são listadas abaixo.

1. Implementar um programa integrado de investimentos físicos complementares para desenvolver e mobilizar os recursos hídricos de forma fiável e sustentável para as comunidades rurais: A abordagem de priorização das comunidades do capítulo 2 e o quadro de decisão para seleccionar investimentos viáveis num determinado local descrito no capítulo 4 fornecem um bom roteiro para investimentos físicos em comunidades rurais em todo o Sul. Estes investimentos incluem o seguinte.
 - a. Poços de grande diâmetro para captar águas subterrâneas em aquíferos pouco profundos: Muitas vezes localizados ao longo de leitos (secos) de rios ou depressões, o diâmetro varia entre 1 e 3 m e a sua profundidade é geralmente inferior a 20 m. O revestimento de betão ou tijolo é utilizado para estabilizar o poço. Em formações de baixa permeabilidade são construídos poços maiores que criam um armazenamento suficiente que se enche durante a noite. Considerando o seu rendimento geralmente baixo, as *cacimbas* protegidas são adequadas para comunidades pequenas e isoladas.
 - b. Poços com uma bomba solar, tanque de armazenamento, torneiras, e bacia para gado: Onde o potencial das águas subterrâneas foi confirmado, podem ser instalados furos equipados com uma bomba solar, tanque de armazenamento, e

torneiras. As águas subterrâneas fornecem frequentemente uma fonte limpa e fiável de água potável, proporcionando segurança hídrica em tempos de seca. Os poços variam tipicamente entre 20 e 200 m de profundidade, dependendo da geologia local. As bombas solares serão utilizadas para elevar as águas subterrâneas até aos tanques de armazenamento, de onde serão distribuídas às torneiras. Podem ser instaladas bacias separadas para o gado. A presença de águas subterrâneas no Sul de Angola é variável, e em muitas partes o conhecimento actual sobre a dinâmica das águas subterrâneas é inadequado. O rendimento dos poços de pequeno diâmetro com revestimento em PVC e com uma bomba solar varia tipicamente entre 5 e 20 m³/dia.

- c. Poços com uma pequena unidade de dessalinização onde as águas subterrâneas salobras estão presentes e os recursos alternativos são escassos: Para comunidades dispersas e remotas longe das principais condutas de água e não facilmente acessíveis por estrada, o tratamento das águas subterrâneas mineralizadas poderia ser uma solução para o abastecimento de água potável. A utilização de pequenas unidades compactas de dessalinização de águas subterrâneas salobras alimentadas por energia solar pode ser uma alternativa fiável e rentável em determinados locais. É importante acompanhar a construção de unidades de dessalinização com disposições financeiras e técnicas de gestão adequadas, considerando que a operação e manutenção (O&M) é o que normalmente mais ameaça as unidades de dessalinização. Os operadores que fazem a O&M devem ser identificados e a cadeia de fornecimento de peças sobressalentes deve ser planeada.
- d. Furos profundos (mais de 200 m de profundidade): Do lado namibiano da fronteira, foi confirmada a presença de aquíferos regionais a maior profundidade. A presença e potencial de aquíferos profundos no Sul

de Angola ainda não foi confirmada, mas se for confirmada, os poços profundos poderão ser um recurso estratégico tendo em vista a segurança hídrica a longo prazo no Sul de Angola, fornecendo pontos de água seguros para a região à sua volta. As profundidades dos poços dependerão da geometria e dinâmica dos aquíferos, mas variariam entre 200 e 400 m. Os custos de perfuração e de O&M são mais elevados para poços profundos de grande diâmetro, e é necessário pôr em prática disposições de governação adequadas. Os rendimentos de alguns dos poços profundos na parte Namibiana da bacia do Cuvelai excedem 100 m³/h.

- e. Represas de areia em áreas com riachos efémeros e aquíferos muito pequenos e pouco profundos: A típica barragem de areia é construída onde um riacho escavou o seu curso numa rocha matriz impermeável, tal como uma rocha matriz cristalina ou uma formação argilosa ou margas, e a rocha é exposta. Espera-se que a barragem se encha com sedimentos (normalmente areia) transportados pelo fluxo do ribeiro. Assim que ocorre um enchimento parcial, os sedimentos são saturados por água em cada fluxo e podem ser explorados através de poços pouco profundos. Normalmente, uma barragem deste tipo tem 2–5 m de altura e menos de 200 m de largura. Dependendo do regime de caudal, da geologia/morfologia e das necessidades de água, podem ser construídos outros tipos de estruturas de captação de água e de recarga artificial de aquíferos, incluindo barragens de contenção ou soleiras de espalhamento.
- f. *Chimpacas* “melhoradas”: Captações directas de águas superficiais em áreas com potencial limitado ou sem água subterrânea. As *chimpacas* são grandes fossos rectangulares escavados nas paisagens muito planas do Cunene, retêm o escoamento de água durante a estação chuvosa. Tipicamente, as *chimpacas* escavadas mecanicamente armazenam cerca de 20.000 m³ de água por estação, mas a sua

concepção tem que ser ajustada à procura de água, ao potencial de águas superficiais, e à finalidade (consumo humano ou também abastecimento de água para animais). O potencial de captação de água de superfície na bacia do Cunene é substancial e deve ser desenvolvido mesmo que o armazenamento de água superficial por si só não seja suficiente para garantir a segurança hídrica em tempos de secas prolongadas, pelo que necessita de ser complementado por outros métodos.

- g. Cisternas de captação de água em pequenas bacias hidrográficas protegidas da poluição: Estas podem armazenar até 1.000 m³ de água doce e podem ser revestidas, cobertas e equipadas com bombas solares e torneiras. Tradicionalmente, as *chimpacas* são utilizadas tanto para abastecimento de água humana como para os animais, levando frequentemente a condições não higiénicas. Para o abastecimento de água humana, as cisternas menores podem recolher água da chuva de uma área relativamente pequena que precisa de ser protegida dos animais e de outras actividades potencialmente poluentes. As cisternas são parcialmente escavadas no substrato e tipicamente equipadas com armadilhas de sedimentos, e filtros e crivos de rocha e gravilha, concebidas para reduzir a entrada de sedimentos e fornecer armazenamento de água potável limpa durante a estação seca. Dependendo do tamanho de uma comunidade, podem ser construídas várias cisternas.
- h. Abastecimento de água através de canalizações (ligações canalizadas às condutas de água existentes).
- i. Antigas represas e reabilitação de pequenas barragens (muitas pequenas represas em pequenos rios, construídas no tempo colonial, poderiam ser reabilitadas).
- j. Armazenamento natural de água nas bacias hidrográficas, facilitado pela gestão e conservação de solos, vegetação, e

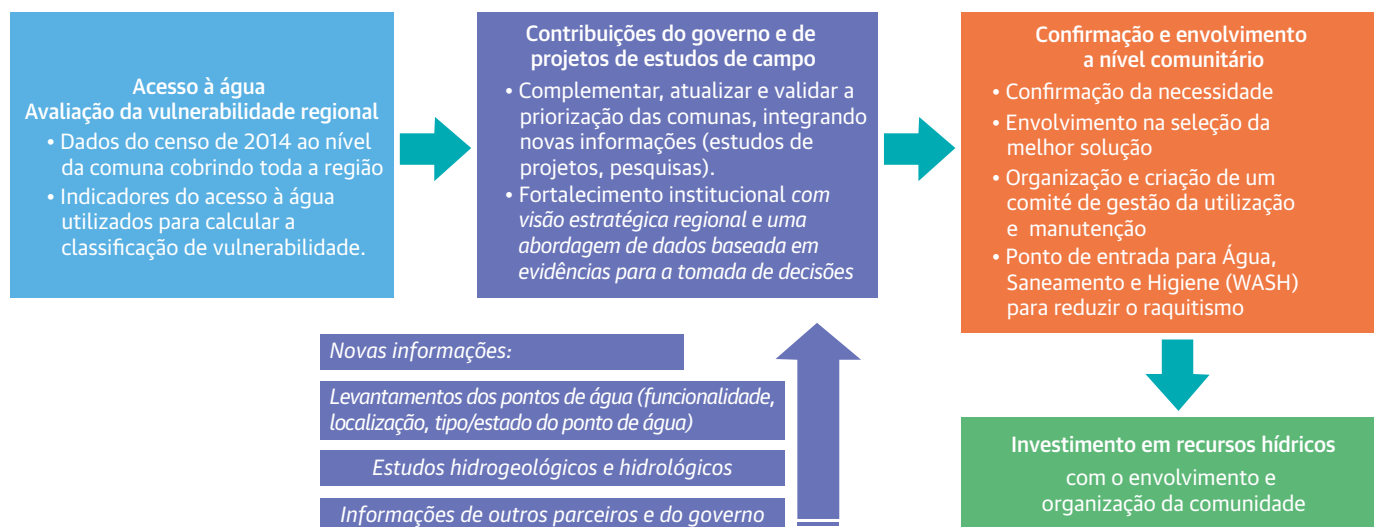
medidas de conservação da água (abordagens tradicionais de gestão de terras para abrandar o escoamento da água de modo a evitar a erosão e promover a infiltração).

- 2. Resiliência significa ter mais do que uma opção: é essencial planear redundâncias e alternativas de armazenamento. A escolha das infra-estruturas que podem ser construídas depende da disponibilidade dos recursos de águas subterrâneas ou superficiais na região. Considerando a demanda total de uma comunidade e a sazonalidade dos recursos, pode ser necessário dispor de uma combinação de opções de infra-estruturas.
- 3. Planear com uma visão estratégica regional: Como descrito no capítulo 4, o planeamento deve considerar dois níveis: (i) a decisão mais adequada para a comunidade; e (ii) a resiliência regional. Devido ao facto de diferentes tipos de infra-estruturas poderem ser planeadas em grupos (um “plano de chimpacas” baseado num estudo dos recursos hídricos superficiais, um “plano estratégico de furos profundos” baseado em corredores de transumância, etc.), deve também ser considerada uma visão regional para a resiliência.
- 4. Actualizar continuamente a priorização das comunidades vulneráveis, com base na natureza dos investimentos e intervenções em curso pelos parceiros. A abordagem apresentada no capítulo 2 também reforça as instituições governamentais com uma visão regional estratégica, demonstrando praticamente como integrar dados de diferentes fontes a diferentes níveis (dados de recenseamento, dados de campo, dados de satélite), com envolvimento da comunidade, para que possam ser tomadas boas decisões com base em evidências.

Recomendação 3: investir em instituições e recursos humanos

Os investimentos necessitam de manutenção. São necessários recursos para garantir níveis mínimos de capacidade institucional para garantir

FIGURA 5.1. Processo de decisão para a priorização e selecção das comunas beneficiárias para investimentos em recursos hídricos



a segurança da água na região e manter sistematicamente os sistemas de abastecimento de água. Isto inclui a monitorização sistemática dos pontos de água e dos recursos hídricos, a tomada de decisões sobre as intervenções, o planeamento e os investimentos, e a sua implementação. Inclui também a capacidade de antecipar e planear antes das secas, inundações e outros choques. É essencial criar capacidade institucional e de reacção antes de pagar os elevados custos dos meios de subsistência devastados e das vidas perdidas ou magoadas.

1. Reforçar a organização a nível comunitário através de Comités de Pontos de Água ou Grupos de Água e Saneamento (GAS) e formação na protecção e gestão de pontos de água, operação e manutenção de pontos de água, bem como abastecimento de água, saneamento e higiene (WASH), para proteger as fontes de água, utilização de água, e contribuir para a luta contra o raquitismo infantil. O Modelo de Gestão Comunitária da Água (MoGeCA) funciona bem a nível comunitário e precisa de ser ampliado, mas os pilotos do passado falharam devido à falta de um ambiente propício e de apoio a nível municipal e provincial.

2. Reforçar a governação e manutenção regional dos pontos de água, concentrando-se na capacitação e conectividade entre a comunidade e os governos municipais, provinciais (Direcção provincial da água, Direcção de Infraestruturas) e nacionais (DNA, Núcleo de Águas Subterrâneas ou similar), bem como outras instituições do sector. Isto incluirá mecanismos para assegurar a disponibilidade de peças sobressalentes e técnicos de reparação, considerando empresários locais, parcerias público-privadas de pequena escala, e intervenientes não tradicionais. As actividades deveriam incluir um estudo para verificar as capacidades institucionais necessárias, pessoal e lacunas, e determinar as intervenções/abordagens mais adequadas para as apoiar. Esta capacidade provincial e municipal é essencial para permitir que as condições para o modelo MoGeCA sejam bem-sucedidas a nível comunitário.
3. Reforçar a projecção provincial das Empresas Provinciais de Água e Saneamento (EPAS) como elementos de resiliência e ajudar a mitigar as pressões da seca em toda a província. As EPAS são intervenientes chave para a resiliência nas províncias e ajudarão a reforçar a capacidade dos governos provinciais e

dos municípios para os eventos climáticos extremos (cheias e secas). Esta actividade pode assumir a forma de assistência técnica para à resiliência à seca das EPAS.

4. Reforçar a capacidade do GABHIC (Gabinete para Administração das Bacias Hidrográficas do Cunene, Cubango e Cuvelai), DNA (Direcção Nacional das Águas), e INRH (Instituto Nacional de Recursos Hídricos) para monitorizar, preparar, e responder a eventos climáticos (i.e., monitorização das secas, preparação, e programas de emergência e resposta a inundações e secas), em coordenação com intervenientes provinciais e locais. Uma assistência técnica na análise das capacidades institucionais e interinstitucionais necessárias, com base em experiências internacionais recentes e bem sucedidas, teria vários objectivos-chave:
 - a. *Analisar os recursos humanos e as lacunas*, determinar os processos, reorganizações e instrumentos de decisão mais adequados para reforçar a preparação, monitorização, e capacidade de resposta.
 - b. *Melhorar a sua capacidade de recolher e gerir informação relevante sobre o clima*, hidrologia, hidrogeologia e água, partilhá-la, tomar decisões com base na mesma, e operacionalizar tais decisões a fim de manter a segurança da água na região.
 - c. *Rever e reforçar os mecanismos de informação-acção para a preparação para a seca* e os programas de resposta à seca no âmbito dos intervenientes relevantes. Isto incluirá a monitorização da seca e sistemas e programas de preparação para a seca, bem como programas de emergência e de resposta a inundações, secas e catástrofes.
 - d. *Desenvolver programas de preparação para a seca* e aos extremos climáticos de fornecimento de água de emergência e formação associada (incluindo para governos provinciais e municípios).
5. Implementar e operacionalizar uma abordagem de monitorização contínua e um sistema de base de dados para monitorizar o estado

e a funcionalidade de poços e outras infra-estruturas de água, utilizando tecnologias de baixo custo, fáceis e apropriadas. Considerar o custo de capital para a instalação de sensores e ferramentas, custos de amostragem, pessoal e logística, manutenção, custos para laboratórios analíticos, e armazenamento de dados. É necessária coordenação entre agências-chave para chegar a acordo sobre as necessidades e procedimentos de recolha de dados. Como podem os dados alimentar sistematicamente os sistemas institucionais de informação sobre águas subterrâneas e pontos de água?

6. Operacionalizar bases de informação recolhendo dados do sistema de monitorização e outras fontes de informação: integração sistemática de informacoes de níveis de águas subterrâneas e outras medidas em furos ou poços: taxas de bombagem, utilização, propriedades dos aquíferos, rendimentos sustentáveis estimados para furos ou poços; qualidade das águas subterrâneas medida, parâmetros químicos e microbiológicos; e registos de perfuração de furos com informação geológica. Os protocolos de partilha e armazenamento precisam de ser acordados entre as agências envolvidas.
7. Desenvolver resiliência financeira e uma gestão orçamental eficiente a todos os níveis para garantir a funcionalidade básica dos pontos de extracção de água e outros serviços essenciais, e lidar com os choques. Concentrar-se num orçamento eficiente das despesas operacionais para manter a funcionalidade, e estabelecer mecanismos robustos para maximizar os resultados e a capacidade de operar durante os choques climáticos e outros choques.
8. Desenvolver uma visão estratégica para futuros investimentos de armazenamento no Sul, mas também a nível nacional, seguindo uma forte abordagem analítica. Apoiar uma visão integrada para o planeamento estratégico do armazenamento a longo prazo: utilização coordenada de barragens e reservatórios, aquíferos, e armazenamento

nas bacias hidrográficas. Esta visão também integra investimentos em infra-estruturas para controlo de cheias e planeamento visando a obtenção de sinergias entre a mitigação de cheias e opções de armazenamento para secas. Pode-se trabalhar com a liderança do INRH nas bacias costeiras do Namibe e em todo o país, e com a liderança do GABHIC nas bacias do Cunene, Cuvelai e Cubango, em coordenação com o INRH.

Estes planos estratégicos podem então alimentar os Planos Integrados de Bacias Hidrográficas.

9. Desenvolver planos directores integrados para as bacias costeiras do Namibe e outras, bem como apoiar a actualização do Plano da Bacia do Rio Cunene e nas bacias do Sul de Benguela, para assegurar uma base de conhecimento para todas as acções em curso.

Este estudo baseia-se em investimentos governamentais passados, como o Censo Nacional de Angola (INE, 2014), essencial para a análise da vulnerabilidade apresentada no Capítulo 2, salientando a importância de ter dados de qualidade para uma análise bem informada e decisões baseadas em evidências. Especificamente para a seca, também se baseia na Avaliação das Necessidades Pós-Catástrofes (PNUD, 2016),

aprofundando a análise com muitas fontes adicionais de dados e observações de campo, e aumentando o grau de análise desde o nível provincial até ao nível de comuna. Este relatório é baseado em trabalhos anteriores e prepara o terreno para os próximos passos.

O diálogo político contínuo e o trabalho analítico com o Governo de Angola são essenciais para avançar e incluirão (i) uma análise das opções para a monitorização sistemática de pontos de água e mecanismos de informação dentro das hierarquias governamentais (i.e, para alimentar o SISAS com informações periódicas e utilizá-lo para desencadear reparações e intervenções); (ii) uma análise mais profunda das ligações entre a gestão comunitária e a governação municipal e provincial, a orçamentação para manutenção e reparações, e o papel do sector privado; (iii) esforços para aumentar a disponibilidade e acessibilidade da informação hidrogeológica em toda a região e encontrar mecanismos de monitorização sistemática; (iv) a continuação da caracterização de investimentos necessários a nível comunitário em toda a região; (v) um mapeamento da agricultura e uma compreensão mais profunda da dinâmica da transumância; e (vi) formação contínua e fortalecimento de capacidades com agências governamentais, universidades e o sector privado.



Referências

- Andreu, J., A. Solera, P.-A. Javier, D. Haro-Monteagudo, e H. van Lanen. 2015. *Seca: Investigação e Interface Ciência-Política*. 1ª Edição. Leiden, Países Baixos: CRC Press.
- Bachmair, S., K. Stahl, K. Collins, J. Hannaford, M. Acreman, M. Svoboda, C. Knutson, K. H. Smith, N. Wall, B. Fuchs, N. D. Crossman, e I. C. Overton. 2016. “Indicadores de Seca Revisitados”: The Need for a Wider Consideration of Environment and Society”. *ÁGUA DE FIOS* 3 (4): 516–36.
- Banco Mundial. 2020. *WASH Diagnostic Report*. Washington, DC: Banco Mundial.
- Bates, R. L., e J. A. Jackson. 1987. *Glossário de Geologia*. 3ª Edição. Alexandria: Instituto Americano de Geologia.
- BIWAC (Bittner Water Consult CC). 2006. *Relatório de estudo de gabinete: Cuvelai-Etoshá Groundwater Investigation*. Windhoek: BIWAC.
- Bonaccorso, B., I. Bordi, A. Cancelliere, G. Rossi, e A. Sutera. 2003. “Spatial Variability of Drought” (Variabilidade espacial da seca): An Analysis of the SPI in Sicily”. *Gestão dos recursos hídricos* 17 (4): 273–96.
- Brant, S. 2007. “Assessing the Vulnerability to Drought in Ceará, Northeast Brazil”. Tese de Mestrado, Universidade de Michigan, Ann Arbor, MI.
- Brooks, N. 2003. “Vulnerabilidade, Risco e Adaptação”: Um Quadro Conceptual”. Tyndall Centre for Climate Change Research Working Paper 38, School of Environmental Sciences, University of East Anglia, Norwich.
- Cardona, O. D., M. K. van Aalst, J. Birkmann, M. Fordham, G. McGregor, R. Perez, R. S. Pulwarty, E. L. F. Schipper, e B. T. Sinh. 2012. “Determinants of Risk: Exposure and Vulnerability” (Determinantes do Risco: Exposição e Vulnerabilidade). In *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*, editado por C. B. Field et al., 65–108. Um Relatório Especial dos Grupos de Trabalho I e II do Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas (IPCC). Cambridge, Reino Unido, e Nova Iorque, Nova Iorque: Imprensa da Universidade de Cambridge.
- Centro Nacional de Mitigação da Seca. 2019. “Repórter de Impacto da Seca Ajuda”. Acedido a 23 de Julho de 2019. <http://droughtreporter.unl.edu/help/>.
- Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C., & Maginnis, S. 2016. *Soluções baseadas na natureza para enfrentar os desafios da sociedade global*. IUCN: Gland, Suíça, 97.
- Dabanli, I. 2018a. “Risco de Seca, Vulnerabilidade, e Avaliação de Risco na Turquia”. *Arabian Journal of Geosciences* 11 (538): 1.
- Dabanli, I. 2018b. “Drought Risk Assessment by Using Drought Hazard and Vulnerability Indexes” (Avaliação do Risco de Seca através da Utilização de Índices de Risco de Seca e Vulnerabilidade). *Natural Hazards and Earth System Sciences*. <https://www.nat-hazards-earth-syst-sci-discuss.net/nhess-2018-129/>
- Dill, H. G., R. Dohrmann, J. Fenner, U. Gersdorf, S. Kaufhold, R. Kringel, F. Lindenmaier, R.-R. Ludwig, R. McG. Miller, A. Nick, U. Noell, e A. Walzer. 2012. *Desenvolvimento e Datação de Duricrusts como Base para um Modelo Paleogeográfico e Hidrogeológico da Bacia Cuvelai-Etoshá no Norte da Namíbia*. Relatório técnico preparado para o Projecto de Investigação do Kalahari. Hanôver, Alemanha: Instituto Federal de Geociências e Recursos Naturais (BGR).
- Döll, P., e M. Flörke. 2005. “Global Scale Estimation of Diffuse Groundwater Recharge”. Frankfurt Hydrology Paper 03, Instituto de Geografia Física, Universidade de Frankfurt, Frankfurt am Main.

- Dulal, H. B., G. Brodnig, C. G. Onoriose, e H. K. Thakur. 2010. “Capitalizing on Assets”: Vulnerabilidade e Adaptação às Alterações Climáticas no Nepal”. Social Development Working Papers 121, Banco Mundial, Washington, DC.
- Erfurt, M., R. Glaser, e V. Blauhut. 2019. “Changing Impacts and Societal Responses to Drought in Southwestern Germany since 1800”. *Mudança Ambiental Regional* 19: 2311–23. <https://doi.org/10.1007/s10113-019-01522-7>.
- FAO (Food and Agriculture Organization). N.d. “FAO Term Portal”. Último recolhido em Dezembro de 2017. <http://www.fao.org/faoterm/en>.
- Guerschman, J.-P., A. I. I. J. M. Van Dijk, T. R. McVicar, T. G. Van Niel, L. Li, Y. Liu, e J. Peña-Arancibia. 2008. *Estimativas do Balanço Hídrico das Observações por Satélite sobre a Bacia de Murray-Darling*. Um relatório ao Governo Australiano do Projecto de Rendimentos Sustentáveis da Bacia de Murray-Darling da CSIRO. Austrália: CSIRO.
- GWP (Global Water Partnership). N.d. “Glossário”. Último relatório recuperado em Dezembro de 2017. <http://www.gwp.org/en/Website-Information/Glossary>.
- GWP CEE (Global Water Partnership Central and Eastern Europe). 2015. *Guidelines for Preparation of the Drought Management Plans (Directrizes para a Preparação dos Planos de Gestão da Seca): Desenvolvimento e Implementação no Contexto da Directiva-Quadro da Água da UE*. Bratislava: Parceria Global da Água da Europa Central e Oriental.
- Hahn, C. 2019. “Efeitos Sazonais da Seca na Produtividade e Qualidade das Forragens das Espécies de Prados Temperados”. Tese de Doutoramento, Universidade de Basileia, Faculdade de Ciências.
- Hamutoko, J. T., H. Wanke, P. Königer, M. Beyer, e M. Gaj. 2017. “Estudo hidrogeoquímico e isotópico dos aquíferos em percentagem na Bacia do Cuvelai-Etoshá, Namíbia”. *Isótopos em Estudos Ambientais e Sanitários* 53 (4): 382–99.
- Hunter, B., M. Gray, e B. Edwards. 2013. “The Use of Social Surveys to Measure Drought and the Impact of Drought”. *Estudos de Indicadores Sociais* 113 (1): 419–32.
- Huntley, B. J. 2019. “Angola in Outline: Physiography, Climate and Patterns of Biodiversity”. In *Biodiversity of Angola*, editado por B. Huntley, V. Russo, F. Lages, e N. Ferrand, 15–42. Cham, Suíça: Springer.
- INE. 2016. *Recenseamento Geral da População e da Habitação de Angola*. Resultados Definitivos do Censo 2014. Instituto Nacional de Estatística. Angola
- Lasage, R., J. Aerts, G.-C. Mutiso, e A. de Vries. 2008. “Potencial de Adaptação à Seca com Base Comunitária: Barragens de Areia em Kitui, Quênia”. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C* 33 (1–2): 67–73. Recuperado a 1 de Fevereiro de 2016.
- Limonos, N., Marzo J., Wijnen, M. e Serrat-Capdevila, A. “Evaluating drought risk in data-scarce contexts. The case of southern Angola” *Journal of Water and Climate Change* 1 December 2020; 11 (S1): 44–67. doi: <https://doi.org/10.2166/wcc.2020.101>.
- Lombana Cordoba, Camilo; Andres, Luis A.; Da Costa, Lucrecio A.M.; Fenwick, Crystal. 2021. *Diagnosing Angola’s WASH Sector : An Urgent Call to Action*. World Bank, Washington, DC. © World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/35591> License: CC BY 3.0 IGO.
- Luetkemeier, R., e S. Liehr. 2018. “Household Drought Risk Index (HDRI): Avaliação Sócio-Ecológica do Risco de Seca na Bacia do Cuvelai”. *Journal of Natural Resources and Development* 8: 46–68.
- McKee T.B., Doesken N.J., Kleist J. 1995. “Drought monitoring with multiple time scales”. Em *Preprints, Nona Conferência sobre Climatologia Aplicada*, Sociedade Meteorológica Americana: Dallas, TX. 233–236.
- Mendelsohn, J., e S. Mendelsohn. 2019. *Sudoeste de Angola: um Retrato da Terra e da Vida/ Southwest Angola: a Portrait of Land and Life*. Namíbia: Arte e Ciência.

- Miralles, D. G., T. R. H. Holmes, R. A. M. de Jeu, J. H. Gash, A. G. C. A. Meesters, e A. J. Dolman. 2011. “Global Land-Surface Evaporation Estimated from Satellite-Based Observations”. *Hidrologia e Ciências do Sistema Terra* 15: 453–69.
- NOAA NWS (National Oceanic and Atmospheric Administration’s National Weather Service). N.d. “National Weather Service Glossary” (Glossário do Serviço Meteorológico Nacional). Último acesso em Dezembro de 2017. <http://w1.weather.gov/glossary> .
- OMM (Organização Meteorológica Mundial). 1974. “Glossário Internacional de Hidrologia”. WMO, Genebra.
- OMM. 1992. *Vocabulário Meteorológico Internacional* (WMO-No. 182). Genebra: WMO.
- OMS (Organização Mundial de Saúde). 2017. *Guidelines for Drinking-Water Quality*, 4ª Edição. Genebra: OMS.
- Pita, M. F. 2000. “Un nouvel indice de sécheresse pour les domaines méditerranéens”. Application au bassin du Gaudalquivir (sudouest de l’Espagne)”. *Publications de l’Association Internationale de Climatologie* 13: 225–34.
- PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento). 2016. *Secas em Angola 2012–2016: Relatório de Avaliação das Necessidades Pós-Desastre*. Luanda: PNUD.
- Pombo, S., R. P. de Oliveira, e A. Mendes. 2015. “Validação de Produtos de Detecção Remota de Precipitação para Angola”. *Aplicações Meteorológicas* 22 (3): 395–409.
- Rajsekhar, D., V. P. Singh, e A. K. Mishra. 2015. “Integrated Drought Causality, Hazard, and Vulnerability Assessment for Future Socioeconomic Scenarios”: Uma Perspectiva Teórica da Informação”. *Journal of Geophysical Research: Atmosferas* 120 (13): 6346–78.
- Scoones, I. 1998. “Sustainable Rural Livelihoods”: A Framework for Analysis”. IDS Working Paper 72, Institute of Development Studies, Brighton.
- Seguin, J.-J. 2008. “Hydrogeological Map of Africa at 1/10 M Scale”. Bureau de Recherches Géologiques et Minières (Pesquisa Geológica Francesa) e UNESCO, Orléans, França. www.brgm.fr .
- Senay, G. B., S. Bohms, R. K. Singh, P. H. Gowda, N. M. Velpuri, H. Alemu, e J. P. Verdin. 2013. “Mapeamento Operacional da Evapotranspiração Usando Datasets de Sensoriamento Remoto e Meteorologia: A New Parameterization for the SSEB Approach”. *Journal of the American Water Resources Association* 49 (3): 1–15.
- Shahid, S., e H. Behrawan. 2008. “Drought Risk Assessment in the Western Part of Bangladesh”. *Perigos naturais* 46 (3): 391–413.
- UNDRR (Gabinete das Nações Unidas para a Redução de Riscos de Catástrofes). N.d. “Terminologia”. Último recolhido em Dezembro de 2017. <https://www.unisdr.org/we/inform/terminology> .
- UNFCCC (Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas). N.d. “Glossário de Acrónimos e Termos das Alterações Climáticas”. Último consultado em Dezembro de 2018. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-convention/glossary-of-climate-change-acronyms-and-terms> .
- Urquijo, J., I. Gonzalez Tánago, M. Ballesteros, e L. De Stefano. 2015. “Assessing Vulnerability to Drought” (Avaliação da vulnerabilidade à seca): Identificar os Factores Subjacentes em toda a Europa”. Actas da Assembleia Geral da EGU 2015, realizada de 12 a 17 de Abril de 2015, European Geosciences Union, Viena, Áustria.
- Van Loon, A., T. Gleeson, J. Clark, A. van Dijk, K. Stahl, J. Hannaford, G. Di Baldassarre, A. Teuling, L. M. Tallaksen, R. Uijlenhoet, D. Hannah, J. Sheffield, M. Svoboda, B. Verbeiren, T. Wagener, S. Rangecroft, N. Wanders, e H. Van Lanen. 2016. “Seca num Mundo Modificado pelo Homem”: Reframing Drought Definitions, Understanding and Analysis Approaches”. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions* 20 (9): 1–34. 10.5194/hess-2016-251.

- Vicente-Serrano, S. M., S. Santiago Beguería, e J. López-Moreno. 2010. “A Multi-Scalar Drought Index Sensitive to Global Warming”: O Índice de Evapotranspiração Padronizado de Precipitação”. *Journal of Climate* 23: 1696–718.
- Villholth, K. G., C. Tottrup, M. Stendel, e A. Maherry. 2013. “Mapeamento Integrado do Risco de Seca das Águas Subterrâneas na Região da Comunidade para o Desenvolvimento da África Austral (SADC)”. *Hydrogeology Journal* 21 (4): 863–85.
- Weiss, M. 2009. *Modelação dos Impactos da Mudança Global na Hidrologia com enfoque na Europa e África*. Kassel: Kassel University Press GmbH.
- WMO e GWP (Global Water Partnership). 2016. *Manual de Indicadores e Índices de Seca*. (WMO-No. 1173). Ferramentas e Directrizes de Gestão Integrada da Seca Série 2, Programa de Gestão Integrada da Seca (IDMP). Genebra: WMO e GWP.
- WMO e UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura). 2012. *Glossário Internacional de Hidrologia (WMO-No. 385)*. WMO, Genebra.

Glossário

Águas subterrâneas: Água no interior da terra que abastece poços e nascentes; água na zona de saturação onde todas as cavidades nas rochas e no solo são preenchidas, cuja superfície superior forma o lençol freático (NOAA NWS, n.d.).

Aquífero: camadas subterrâneas de rocha permeável, sedimento, ou solo cheio de água e interligado, de modo a que a água permaneça dentro delas ou flua através delas (GWP, n.d.).

Avaliação da vulnerabilidade à seca: É uma quantificação e descrição da vulnerabilidade à seca que consiste em identificar os factores relevantes que a influenciam, do ponto de vista da exposição, sensibilidade, e capacidade de adaptação. O objectivo final de uma avaliação da vulnerabilidade à seca é identificar as fontes subjacentes do impacto da seca (Urquijo et al., 2015).

Bacia (ou bacia hidrográfica): Uma área com um escoamento comum para o seu escoamento superficial (WMO e UNESCO, 2012).

Barragem de areia: Uma pequena barragem construída sobre e dentro do leito de um rio de areia sazonal. O seu objectivo é captar e armazenar água sob a areia: a areia é transportada durante períodos de caudal elevado e acumula-se a montante de uma barragem de areia, resultando numa capacidade adicional de armazenamento de água subterrânea no leito e margens do rio. Este reservatório enche durante a estação das chuvas, fornecendo água para cobrir períodos secos (Lasage et al., 2008).

Cacimba (poço): Buraco ou furo que é afundado, escavado ou perfurado na terra para extrair água (WMO, 1974).

Capacidade de reacção: A capacidade das pessoas, organizações e sistemas, utilizando as competências e recursos disponíveis, para gerir condições adversas, riscos, ou catástrofes. A capacidade de lidar com a situação exige uma consciência contínua, recursos e boa gestão, tanto em tempos normais, como durante catástrofes ou condições adversas. A capacidade de fazer face a catástrofes contribui para a redução dos riscos de desastres (Assembleia Geral das Nações Unidas).

Chimpaca: Um reservatório raso escavado num curso de água efémero (Mendelsohn et al., 2019).

Dessalinização: Remoção de sal do mar ou de água salobra. É obtida por vários métodos, por exemplo destilação, osmose inversa, hiperfiltração, electrodiálise, troca iónica e evaporação solar seguida de condensação do vapor de água (FAO, n.d.).

Escoamento: A parte da precipitação que flui para um rio na superfície do solo (escoamento superficial) ou dentro do solo (escoamento subterrâneo ou entre escoamentos) (WMO e UNESCO, 2012).

Evapotranspiração: Os processos combinados pelos quais a água é transferida da superfície da Terra para a atmosfera por evaporação das superfícies terrestres e oceânicas e por transpiração da vegetação (WMO, 1992).

Exposição: A situação das pessoas, infra-estruturas, habitações, capacidades de produção, e outros bens humanos tangíveis localizados em áreas propensas à neblina (UNDRR, n.d.).

Furo: Um poço que é perfurado por meio de uma broca de mão ou mecânica (WMO, 1974).

Governança da água: Os sistemas políticos, administrativos, económicos e sociais que existem para gerir os recursos e serviços hídricos e que são essenciais para gerir os recursos hídricos de forma sustentável e fornecer acesso aos serviços hídricos para fins domésticos ou produtivos (GWP, n.d.).

Impacto da seca: Um efeito específico da seca na economia, sociedade, e/ou ambiente, que é um sintoma de vulnerabilidade (GWP CEE, 2015).

Implúvio: Bacia de drenagem.

Índice de seca: Representações numéricas computerizadas da gravidade da seca, avaliadas utilizando inputs climáticos ou hidrometeorológicos, incluindo precipitação, temperatura, fluxo de água, níveis de águas subterrâneas e de reservatórios, humidade do solo, e sacos de neve. O seu objectivo é medir o estado qualitativo da seca na paisagem durante um determinado período de tempo. Os índices são também indicadores técnicos (WMO e GWP, 2016).

Infra-estruturas verdes ou naturais: O que preserva, melhora ou restaura intencionalmente e estrategicamente elementos de um sistema natural e pode ser combinado com infra-estruturas cinzentas para produzir serviços mais resilientes e de menor custo. Por exemplo, a conservação de bacias hidrográficas e a recarga de aquíferos geridos servem objectivos de controlo de cheias e gestão de secas (Cohen-Shacham et al., 2016).

Investimentos resilientes: Neste relatório, referimo-nos aos investimentos que serão benéficos independentemente do cenário ou conjunto de eventos que se possam tornar realidade no futuro, e que não comprometam o desenvolvimento futuro num único caminho. Por exemplo, as infra-estruturas verdes para a conservação da bacia hidrográfica e a recarga gerida de aquíferos são benéficas tanto em tempos de seca como de inundações.

Perigo: Um processo, fenómeno ou actividade humana que pode causar perda de vidas, lesões, ou outros impactos na saúde, danos materiais, perturbações sociais e económicas, ou degradação ambiental. Os perigos podem ser de origem natural, antropogénica, ou sócio-natural. Os perigos naturais estão predominantemente associados a processos e fenómenos naturais. Os perigos antropogénicos, ou perigos induzidos pelo homem, são induzidos total ou predominantemente por actividades e escolhas humanas. Os perigos podem ser únicos, sequenciais, ou combinados na sua origem e efeitos. Cada perigo é caracterizado pela sua localização, intensidade ou magnitude, frequência e probabilidade (UNDRR, n.d.).

Ponto de passagem: Um ponto de referência que pode ser utilizado para a localização. Os pontos de passagem podem ser a latitude e longitude específicas de um local, um edifício bem conhecido ou uma característica natural.

Resiliência: A capacidade de um sistema, comunidade, ou sociedade exposta a perigos para resistir, absorver, acomodar, adaptar, transformar, e recuperar

dos efeitos de um perigo de forma atempada e eficiente, inclusive através da preservação e restauração das suas estruturas e funções básicas essenciais através da gestão de riscos (UNDRR, n.d.).

Risco: A potencial perda de vidas, ferimentos, ou bens destruídos ou danificados que possam ocorrer a um sistema, sociedade ou comunidade num período de tempo específico, determinado probabilisticamente em função do perigo, exposição, vulnerabilidade e capacidade (UNDRR, n.d.).

Seca: Período de tempo anormalmente seco suficientemente prolongado para que a falta de precipitação cause um grave desequilíbrio hidrológico (WMO, 1992).

Segurança da água: A disponibilidade de uma quantidade e qualidade aceitáveis de água para a saúde, subsistência, ecossistemas e produção, juntamente com um nível aceitável de riscos relacionados com a água para as pessoas, ambientes e economias (GWP, n.d.).

Soluções baseadas na natureza: Acções para proteger, gerir de forma sustentável, e restaurar ecossistemas naturais ou modificados que enfrentem os desafios da sociedade de forma eficaz e adaptativa, proporcionando simultaneamente bem-estar humano e benefícios para a biodiversidade (Cohen-Shacham et al., 2016).

Vulnerabilidade: O grau em que um sistema é susceptível ou incapaz de lidar com os efeitos adversos das alterações climáticas, incluindo a variabilidade climática e os extremos. A vulnerabilidade é uma função do carácter, magnitude e taxa de variação climática a que um sistema está exposto, da sua sensibilidade e da sua capacidade adaptativa (UNFCCC, n.d.).

Wadi: Termo utilizado nas regiões desérticas do Sudoeste Asiático e Norte de África para um leito ou canal de riacho, ou uma ravina, barranco ou vale íngreme e pedregoso, ou uma lavagem seca, que é geralmente seca excepto durante a estação chuvosa, e que frequentemente forma um oásis (Bates e Jackson, 1987).



ANEXO A

Principais Aquíferos da Bacia do Cuvelai-Etosha

TABELA A.1. Classificação e principais características dos aquíferos da Sequência Kalahari na parte namibiana da bacia do Cuvelai-Etosha

Nome do aquífero/aquitardo	Nova abreviatura	Abreviatura anterior	Sequência	Grupo (Sub-grupo)	Formação
Aquífero da sequência do Kalahari (indiferenciado)	K	n.a.			Ombalantu., Beiseb, Olukonda, Andoni, Etosha Limestone M., Recente
Aquífero empoleirado descontínuo	KDP	DPA			Recente
Aquífero com calcário Etosha	KEL	UKA _{EL}			Andoni (Membro em calcário Etosha)
Aquífero multi-nível do Oshivelo (Indiferenciado)	KOV	n.a.			Ombalantu, Beiseb, Olukonda, Andoni
• Aquífero 1	KOV1	UKA _{AN}	Kalahari		Andoni
• Aquífero 2	KOV2	OAA _{AN}			Andoni, olukonda
Aquífero multi-nível do Oshana (indiferenciado)	KOS	N/A			Ombalantu, Beiseb, Olukonda, Andoni
• Aquífero 1	KOS1	MSA _{AN}			Andoni
Aquífero multi-nível do Ohangwena (indiferenciado)	KOH	n.a.			Andoni, Olukonda
• Aquífero 1 (Fm Andoni)	KOH1	MDA _{AN}			Andoni, Olukonda
• Aquífero 2 (Fm Olukonda)	KOH2	VDA _{OL}			Olukonda
Aquífero Omusati Multizonas (indiferenciado)	KOM	n.a.			Ombalantu, Beiseb, Olukonda, Andoni

Aquífero	Ocorrência	Características do aquífero	Litologia do aquífero	Profundidade do encontro da água [m a.n.s.]	Qualidade da água	Produção do furo (m ³ /H)	Transmissibilidade [T m ² /Dia]
KEL	Foreland de terra de montanha de dolomita, sub-bacias do Tsumeb e Olushandja	Principalmente fraturado, amiúde carstificado, localmente poroso, não confinado.	Dolocrete, calcrete/ calcário, areia	10–100	Doce, concentrações de nitrato localmente elevadas	3–100	?
KOV2	Entre as sub bacias do Omiramba Owambo e Omuthiya, Tsumeb	Principalmente poroso, localmente fraturado e artesiano, confinado	Conglomerado. Areia, pedra arenosa, dolocrete, calcrete	30–150	De fresca a salobra	25-200?	100–10,000
KOS	Drenagem do Cuvelal	Principalmente poroso, localmente fraturado, não confinado	Areia, calcrete/ calcário	6–80	Salina a hipersalina	1–30	n.a.
KOH1	Regiões orientais do Ohangwena e Oshikoto, sub-bacia do Nipele	Principalmente poroso, localmente fraturado, confinado	Areia, calcário	60–180	De fresca a salobra	3–50	30–760

Fonte: BIWAC 2006.

Nota: n.a. = não aplicável.

ANEXO B

Balanço hídrico para os anos de precipitação abaixo da média

TABELA B.1. Balanços indicativos de água para as três sub-bacias do Cuvelai desenhadas com P, ETa, “Excesso de P-ETa da estação húmida” e “Défice de P-ETa da estação seca” com valores de 60%, 70%, 80% e 90% de probabilidades de excedência anual

% em média	Probabilidade de excedência anual de 60%			% em média	Probabilidade de excedência anual de 70%		
	Cuvelai superior	Terras baixas de Angola	Terras baixas da Namíbia		Cuvelai superior	Terras baixas de Angola	Terras baixas da Namíbia
	13,122	10,206	12,393		13,122	10,206	12,393
	95%	80%	80%		95%	80%	80%
	650.0	490.0	375.0		610.0	455.0	345.0
	670.0	535.0	405.0		620.0	520.0	385.0
	205.0	150.0	115.0		170.0	120.0	90.0
	-255.0	-220.0	-180.0		-265.0	-228.0	-190.0
	124.4%	146.7%	156.5%		155.9%	190.0%	211.1%
80%	28.8%	35.2%	32.0%	70%	25.2%	30.8%	28.0%
	187 ^r	172 ^W	120		154	140	97
70%	1.8%	0.7%	3.5%	60%	1.5%	0.6%	3.0%
	11.4	3.4	13.1		9.2	2.7	10.4
	176	169	107		145	137	86
	5%	20%	20%		5%	20%	20%
	27	12	19		24	8	13
	356	123	235		314	81	158
70%	53%	11%	5%	60%	45%	9%	4%
	187	33	13		142	20	7
	169	277	255		173	202	170
	656	2,041	2,479		656	2,041	2,479
	258	136	103		264	99	69

% em média	Probabilidade de excedência anual de 60%			% em média	Probabilidade de excedência anual de 70%		
	Cuvelai superior	Terras baixas de Angola	Terras baixas da Namíbia		Cuvelai superior	Terras baixas de Angola	Terras baixas da Namíbia
180	162	106		151	130	83	
0	0	0		0	0	0	
11	3	11		9	2	8	
14	3	1		11	2	1	
0	0	0		0	0	0	
-45	-51	-42		-29	-69	-49	
-75	-58	-74		-114	-98	-107	
13,122	10,206	12,393		13,122	10,206	12,393	
95%	80%	80%		95%	80%	80%	
565.0	420.0	310.0		530.0	390.0	290.0	
585.0	500.0	370.0		550.0	490.0	360.0	
140.0	95.0	65.0		115.0	70.0	45.0	
-270.0	-236.0	-200.0		-275.0	-243.0	-207.0	
192.9%	248.4%	307.7%		239.1%	347.1%	460.0%	
60%	21.6%	26.4%	24.0%	50%	18.0%	22.0%	20.0%
122	111	74		95	86	58	
50%	1.3%	0.5%	2.5%	40%	1.0%	0.4%	2.0%
7.1	2.1	7.8		5.3	1.6	5.8	
115	109	67		90	84	52	
5%	20%	20%		5%	20%	20%	
24	6	5		24	1	-1	
316	64	68		320	14	-17	
38%	8%	4%		40%	30%	6%	3%
118	14	3		96	7	0	
197	169	79		224	103	-10	
656	2,041	2,479		656	2,041	2,479	
301	83	32		341	51	-4	
124	104	60		103	78	41	
0	0	0		0	0	0	
7	2	6		5	1	5	
9	1	0		7	1	0	
0	0	0		0	0	0	
-36	83	-66		-32	102	-75	
-146	-132	-140		172	-165	-166	

ANEXO C

Projectos de Infra-estruturas de Captação de Água

FIGURA C.1. Secção transversal esquemática de uma *chimpaca*

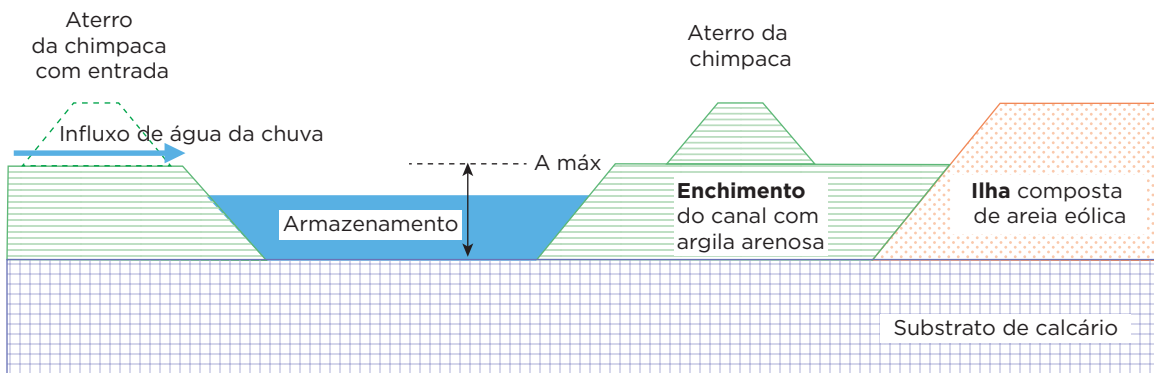


FIGURA C.2. Layout esquemático de uma *chimpaca*

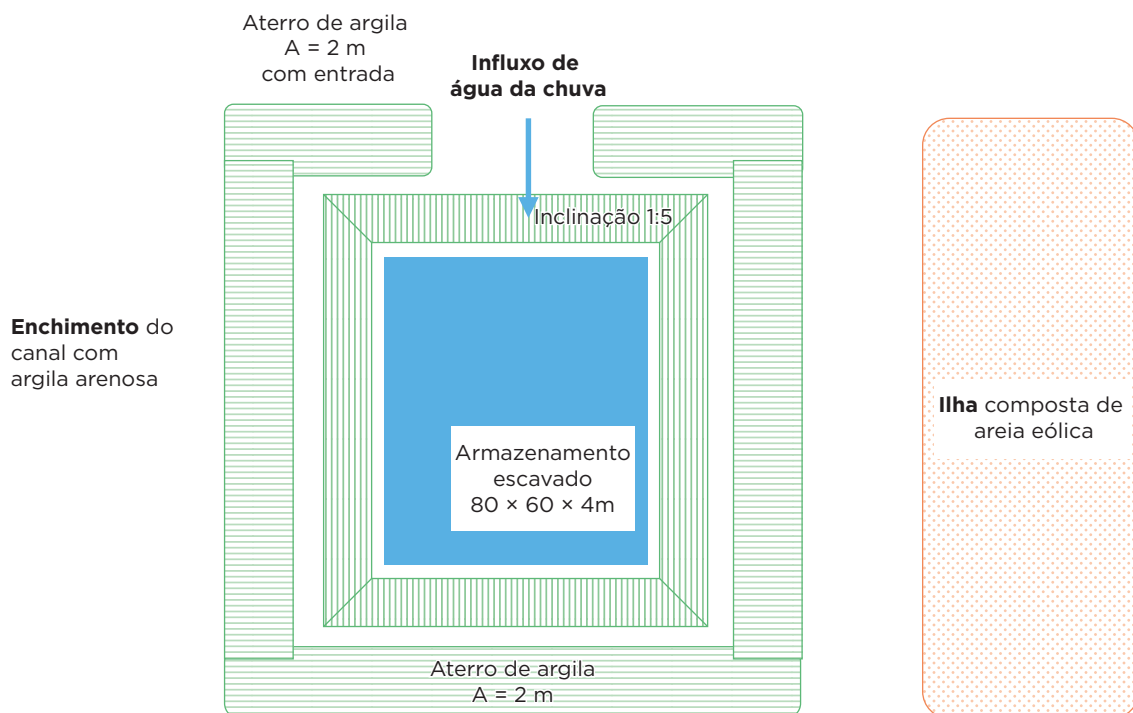


FIGURA C.3. Secção transversal esquemática de uma cisterna

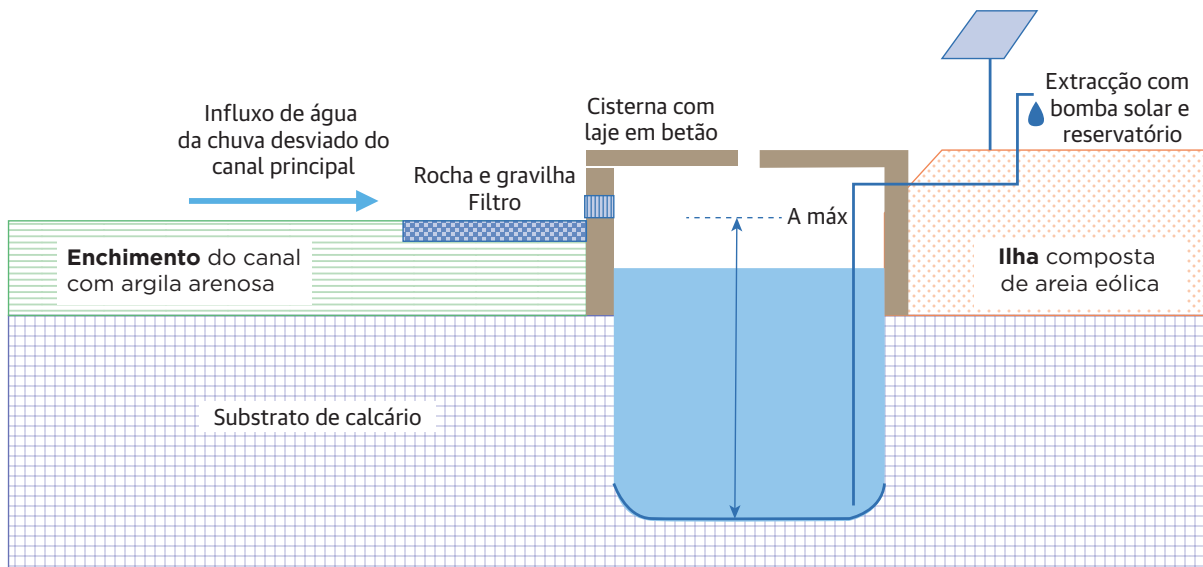
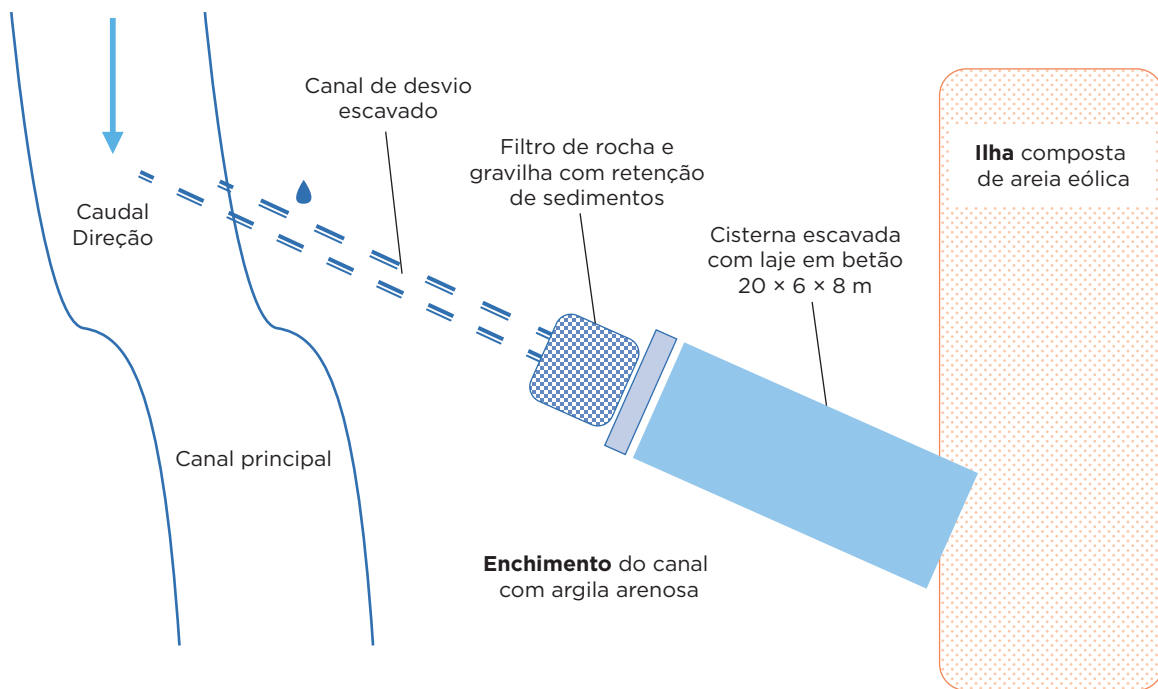


FIGURA C.4. Estrutura esquemática de uma cisterna



Levantamentos Topográficos e Geognósticos

Dimensões e metodologia

Para refinar as dimensões projectadas para a barragem, as encostas do leito do rio, e a morfologia das margens, será efectuado um levantamento topográfico numa secção de ribeira de 400 metros (m) a montante e 200 m a jusante dos locais seleccionados. Os levantamentos podem ser feitos por drone ou por GPS de precisão ou por teodolito. Nos dois últimos casos, são necessários os seguintes elementos: (i) a execução de três perfis contínuos de 600 m de comprimento, ao longo do eixo do riacho e das margens do leito do rio; (ii) oito perfis perpendiculares aos perfis do eixo, cada um com 200-300 m de comprimento,1 que devem ser localizados 25, 50, e 100 m a jusante, no eixo da barragem e 25, 50, 100, e 200 m a montante; e (iii) um mapa final com linhas de contorno 0. Devem ser desenhados com espaçamentos de 0,5-1,0 m, nos quais cada característica morfológica significativa (tais como beira de terraços, drenagens, afloramentos rochosos) e os locais onde se situam as valas de ensaio ou outros ensaios devem ser indicados. Se o levantamento for feito por drone, o mapa e as dez secções obtidas pela grelha, estas serão apresentadas como descrito acima. São necessárias medições a cada 5 m ao longo do eixo da barragem, cada 10 m no intervalo de 100 para cima e para baixo e 20-30 m na área restante. Os perfis perpendiculares ao eixo da barragem devem estender-se a uma distância não inferior a 50 m da margem do curso. Caso o levantamento seja feito pelo teodolito, pelo menos 10 pontos dispersos em toda a área devem ser georreferenciados.

O levantamento geognóstico compreende os seguintes passos:

- **Levantamento geológico:** Todos os afloramentos rochosos na área acima descrita devem ser mapeados e descritos em relação à forma (esferóides, planícies planas ou inclinadas, canais de cristas), à presença de fracturas, e ao grau de compactação. Deve ser indicado se o granito é fresco, ligeiramente desgastado, ou profundamente desgastado. A presença de lentes de blocos no leito do rio ou nos flancos também deve ser assinalada, porque este factor é importante para os materiais necessários à construção da barragem.
- **Fossas de observação:** As fossas devem ser escavadas até ao topo da rocha matriz e o material encontrado a vários níveis descritos no que respeita à sua composição (areia grossa, média de areia fina, cascalho, seixos, blocos, ou rocha) e à possível presença de água. Para os sedimentos grosseiros (como seixos ou pedregulhos) deve ser indicada uma gama de dimensões. É necessário um perfil ao longo do eixo da barragem com poços espaçados 5 m, um perfil longitudinal (ao longo do eixo do ribeiro) com poços a 10 m a jusante, e 10, 20, 50, 100, e 200 m a montante. Caso haja um afloramento na posição sugerida, o fosso é deslocado para cima ou para baixo do local a 10 m de distância do afloramento.
- **Testes de infiltração²:** Serão feitos dois testes de infiltração num dos fossos escavados, possivelmente numa posição próxima do eixo do ribeiro. Será feito um teste à superfície, antes da escavação do fosso, e outro a 0,5 m de profundidade.

- **Ensaio de porosidade³:** Serão feitos quatro ensaios de porosidade em amostras recolhidas no leito do rio em dois locais diferentes: para cada lado será recolhida uma amostra na superfície do riacho e outra a 1 m de profundidade (podem ser utilizados os fossos existentes). Sugere-se a recolha de uma amostra perto do eixo da barragem e outra a cerca de 50-100 m a montante.
- **Relatório:** O relatório final deve descrever todas as actividades executadas, um relatório geológico com mapas, em duas secções transversais (uma no eixo da barragem e outra perpendicular) com registos dos fossos, a descrição dos testes de infiltração com os gráficos relacionados, e os resultados dos ensaios de porosidade.

Ajustes dos locais

No local GB2 o levantamento topográfico e a escavação das valas devem ser alargados aos dois ramos dos cursos e à ilha que os divide (Fotografia D1).

No local GB3 devem ser gerados perfis topográficos adicionais, perpendiculares ao eixo do ribeiro, dentro do leito do ribeiro a cada 5 m até 20 m a jusante e 40 m a montante (Fotografia D2). Isto deve-se à morfologia particularmente áspera, devido ao afloramento rochoso, do leito do ribeiro. Os poços não podem ser escavados ao longo do leito da barragem, mas seis locais devem ser escolhidos, três em cada margem ao longo do alinhamento da barragem.

No local CHB1 é necessária uma atenção especial na área a jusante da antiga barragem, para seleccionar o local mais adequado para a nova barragem. Deve ser feito o levantamento da área 10 m a montante e 40 m a jusante da antiga barragem com perfis espaçados de 5 m. Os limites do afloramento devem ser cartografados com grande precisão. A escavação dos poços deve ser concentrada nesta área para encontrar o subsolo entre e para além dos dois afloramentos nos flancos opostos. As valas devem ser alinhadas ao longo de um perfil de 120 m de comprimento, 10 m deslocados para jusante da antiga barragem, com valas de 5 m espaçadas onde se encontram depósitos soltos.

FOTOGRAFIA D.1. Área de pesquisa do local GB2



FOTOGRAFIA D.2. Área de pesquisa do local GB3



Nota: Área de pesquisa do local GB3 – área verde: área de levantamento – com retângulo tracejado: área de levantamento topográfico detalhado.

FOTOGRAFIA D.3. Área de pesquisa do Local CHB1



Notas

16. Ver fotografia D1 e Figura D.2 para o tamanho máximo dos perfis.
17. Este tipo de ensaio é finalizado para assegurar a possível recarga do aquífero.
18. Os testes de porosidade são importantes para uma melhor estimativa do volume futuro da água armazenada.



ANEXO E

Programa das missões de campo

Missão 1 (Huíla, Namibe, Cunene, Fase 2, Abril de 2019): Entre 15 e 23 de Abril de 2019, tiveram lugar diferentes reuniões com vários parceiros em Luanda, a capital de Angola, e Lubango, a capital da província da Huíla.

Estes encontros forneceram informações fundamentais tanto em termos do contexto de seca como no que diz respeito à preparação da viagem de campo, que cobriu o período de 24 de Abril a 2 de Maio.

As semanas de trabalho foram distribuídas da seguinte forma:

- 15 de Abril: Reunião interna da equipa do Banco Mundial.
- 16 de Abril: Instituto De Recursos Hídricos (INRH) com o director Manuel Quintino e o hidrólogo Narciso Ambrósio.
- 17 de Abril: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) com o Sr. Goetz Schroth.
- 18 de Abril: Instituto Nacional De Estadística (INE).
- 19 de Abril: Reunião de Protecção Civil com o Segundo Comandante José Horácio da Silva e o Director Segundo Comandante Edson Fernando.
- 20 de Abril: Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) com Tomás López de Bufala, Chefe de Água, Saneamento e Higiene da UNICEF em Angola.
- 21 de Abril: Fundo de Apoio Social (FAS) com Santinho Figueira, Director Geral do Fundo de Apoio Social (FAS).
- 21 de Abril: Workshop de Desenvolvimento com o Sr. Allan Cain.
- 23 de Abril: Fortalecimento da Resiliência e da Segurança Alimentar e Nutricional (FRESAN) com o Dr. Mateo Tonini, no Lubango.
- 24 de Abril: Visita de campo a Chiange (Huíla).
- 25 de Abril: Visita de campo à Bacia do Giraul (Namibe).
- 26 de Abril: Visita de campo a Camacuio: Chingo e Mamúe (Namibe).
- 27 de Abril: Visita de campo a Lucira (Namibe).
- 29 de Abril: Visita de campo a Ombala-Yo-Mungu (Cunene).
- 30 de Abril e 1 de Maio: Visita de campo a Oncocua (Cunene).

A informação recolhida durante esta missão é a base principal para o Capítulo 3 e informou a estrutura global deste trabalho e a concepção das missões de acompanhamento.

Missão 2 (Cunene, Fase 3, Julho de 2019): Entre 3 e 20 de Julho de 2019, começando com um workshop nos escritórios do Banco Mundial com parceiros de desenvolvimento e agências governamentais, para apresentar o trabalho até à data (das Etapas 1 e 2), e depois uma missão de campo na província do Cunene teve lugar de 8 a 19, centrada na hidrogeologia e na hidrologia da *chimpança* na bacia do Cuvelai. Foram feitas reuniões com vários parceiros e administradores locais, incluindo o GABHIC e o Workshop de Desenvolvimento, em Ondjiva (a capital do Cunene), bem como em muitos municípios. A informação recolhida durante esta missão é a principal base para o Estudo de Caso 1 no Capítulo 4.

Missão 3 (Namibe, Fase 3, Agosto de 2019): Entre 26 de Agosto e 6 de Setembro de 2019, teve lugar uma missão de campo na província do Namibe, centrada na identificação e caracterização de locais de barragens de areia no Girault central e nas áreas de Chingo no Namibe. O apoio da

FAS-Namibe e reuniões com administradores provinciais e municipais foram fundamentais para o sucesso da missão. A informação recolhida durante esta missão é a principal base para o Estudo de Caso 2 no Capítulo 4.



Resiliência à Seca e Segurança Hídrica no Sul de Angola



BANCO MUNDIAL



Korea
Green Growth
Trust Fund



GWSP
GLOBAL WATER
SECURITY & SANITATION
PARTNERSHIP

RESILIENCIA SE ESCRIBE EN LA SUELO DE LA ANGINA, HÍDRICA, SUELO DE LA ANGINA, SERRAT-CAPPDEVIÀ, LIMONES, MARZO-ARTIGAS, PETRUSCI

