

O impacto do El Niño Oscilação Sul (ENSO) na Bacia do Zambeze e as suas implicações na disponibilidade de água para a geração de energia hidroeléctrica no ano hidrológico 2023/24

José Matola & Manuel Mahunguana

HIDROELÉCTRICA DE CAHORA BASSA

CONTEUDO

- INTRODUÇÃO
- OBJECTIVO DO ESTUDO
- DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO
- METODOLOGIA
- RESULTADOS
- CONCLUSÕES



O impacto do El Niño Oscilação Sul (ENSO) na Bacia do Zambeze e as suas implicações na disponibilidade de água para a geração de energia hidroeléctrica no ano hidrológico 2023/24

INTRODUÇÃO

- Os sistemas hidroeléctricos apresentam alta sensibilidade à variabilidade climática, especialmente aos padrões de precipitação, sazonalidade e eventos hidrológicos extremos, tais como cheias e secas.
- O El Niño-Oscilação Sul (ENSO) é um factor crítico da variabilidade climática em África, influenciando os padrões de precipitação em diferentes regiões.
- Durante eventos de El Niño, as regiões Oriental e Austral de África enfrentam frequentemente secas, enquanto que o La Niña tende a trazer um aumento da precipitação (Nicholson, 2017; Trenberth, 1997).



O impacto do El Niño Oscilação Sul (ENSO) na Bacia do Zambeze e as suas implicações na disponibilidade de água para a geração de energia hidroelétrica no ano hidrológico 2023/24

OBJECTIVO DO ESTUDO

- Analisar o impacto do ENSO na disponibilidade de água na Bacia do Zambeze, com o foco especial para a operação da hidroelétrica de Cahora Bassa durante o ano hidrológico 2023/24.
- Propor medidas de mitigação dos efeitos das secas na produção de hidroenergia



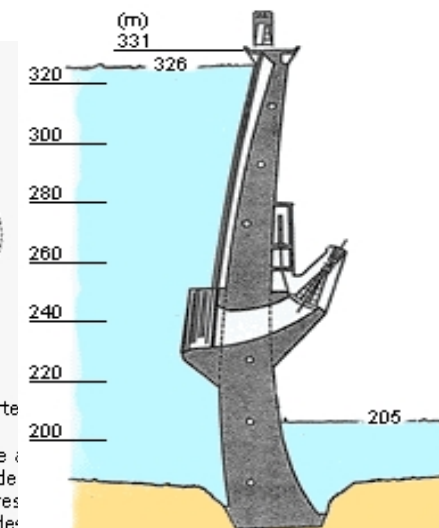
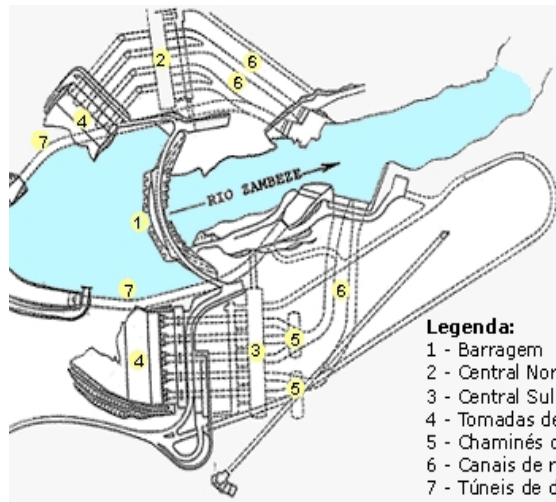


ÁREA DE ESTUDO: O empreendimento Hidroelectrico de Cahora Bassa

Hidroelétrica de Cahora Bassa (HCB)

HCB é uma empresa privada, detida maioritariamente pelo Estado Moçambicano. É o maior produtor independente de energia (IPP) na região da África Austral que fornece energia às Repúblicas de Moçambique, África do Sul, do Zimbabwe e a SAPP.

A sua sede está localizada na Vila de Songo, mas conta com escritórios nas Cidades de Maputo, Tete e Chimoio.



Barragem em Betão de Dupla Curvatura

- **Altura** - 164 m
- **Comprimento** - 303 m
- **Largura da Base** - 23 m
- **Largura do Topo** - 4 m

Central Subterrânea

- **5 Turbinas Francis**
- **5 GG X 415 = 2075 MW**



Albufeira

NPA – 326 m

Volume Total

65.000 Mm³

Volume Útil

52.000 Mm³

Área Inundada

2.700 Km²





O impacto do El Niño Oscilação Sul (ENSO) na Bacia do Zambeze e as suas implicações na disponibilidade de água para a geração de energia hidroelétrica no ano hidrológico 2023/24

METODOLOGIA

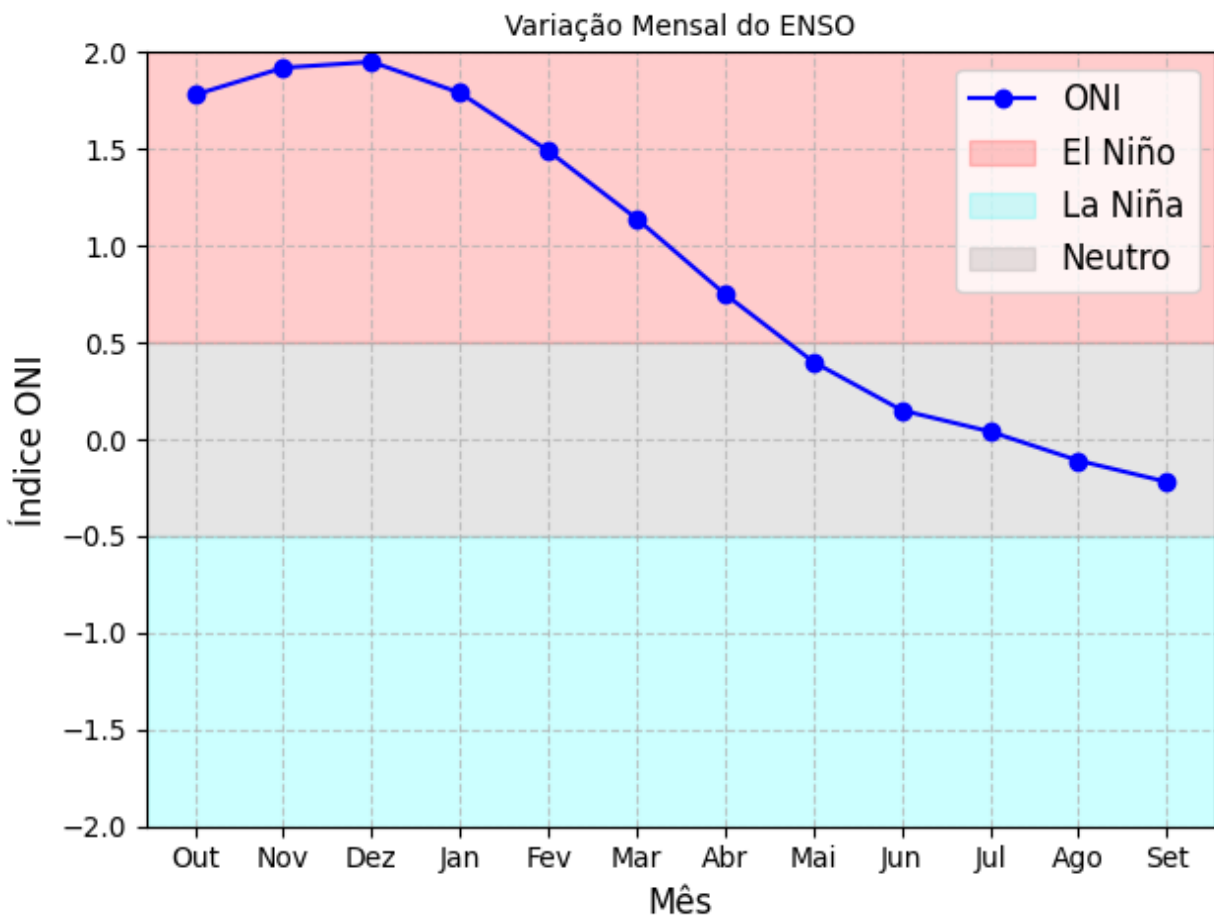
ANÁLISE:

- ENSO
- PRECIPITAÇÃO
- ESCOAMENTOS AFLUENTES A CAHORA BASSA
- BALANÇO HÍDRICO DA ALBUFEIRA
- ARMAZENAMENTO



O impacto do El Niño Oscilação Sul (ENSO) na Bacia do Zambeze e as suas implicações na disponibilidade de água para a geração de energia hidroelétrica no ano hidrológico 2023/24

RESULTADOS **Situação Geral: Ocorrência de El Niño**

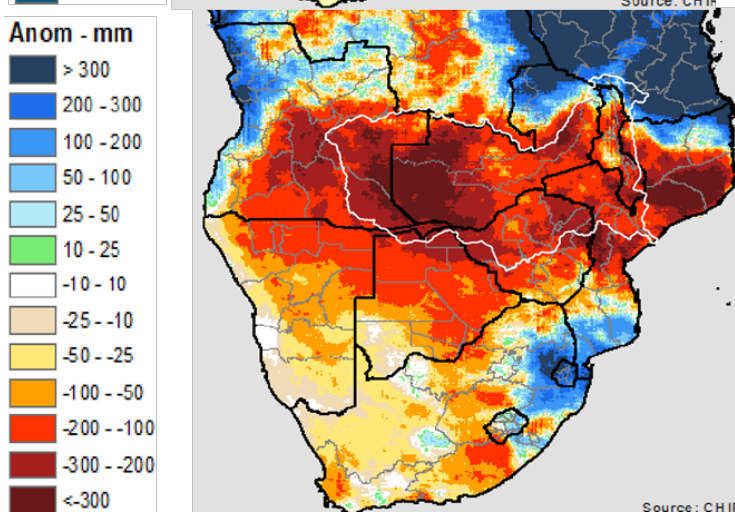
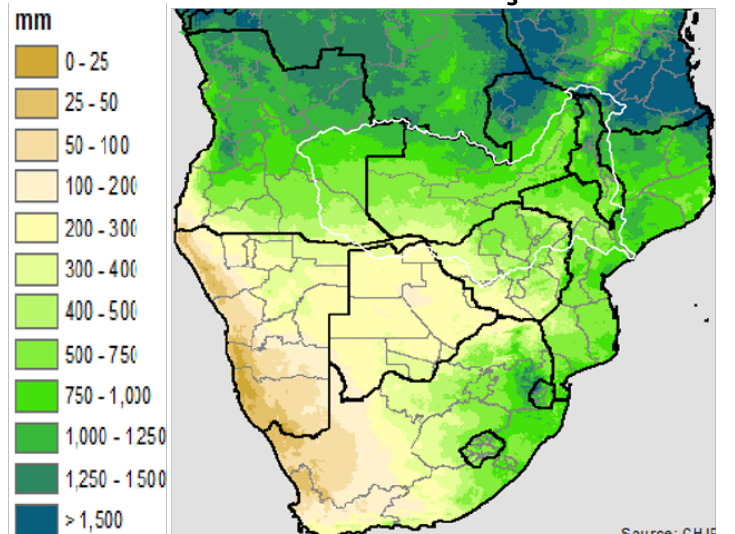


- Durante o ano hidrológico 2023/24 foi observado um **El Niño forte**, com pico no mês de Dezembro (1.95).
- **Este fenómeno favoreceu a ocorrência de chuvas abaixo do normal na Bacia do Zambeze**, com impactos significativos na disponibilidade de água nas principais albufeiras (Kariba, Kafue e Cahora Bassa).



O impacto do El Niño Oscilação Sul (ENSO) na Bacia do Zambeze e as suas implicações na disponibilidade de água para a geração de energia hidroelétrica no ano hidrológico 2023/24

RESULTADOS: PRECIPITAÇÃO OBSERVADA



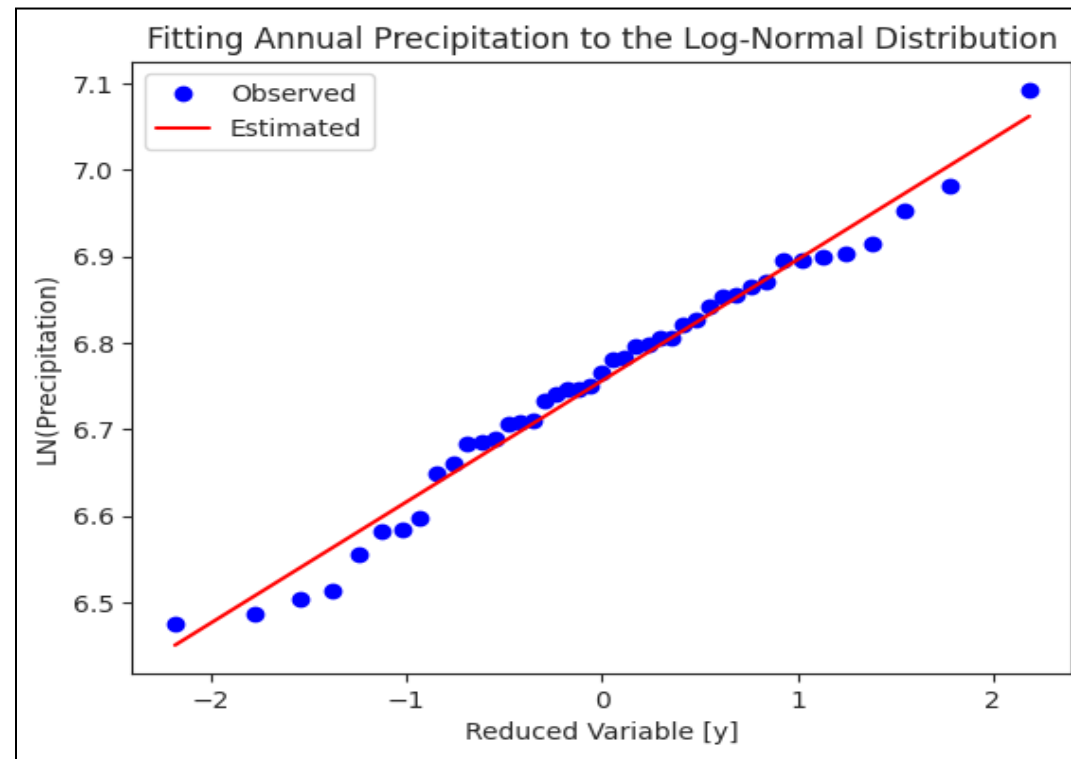
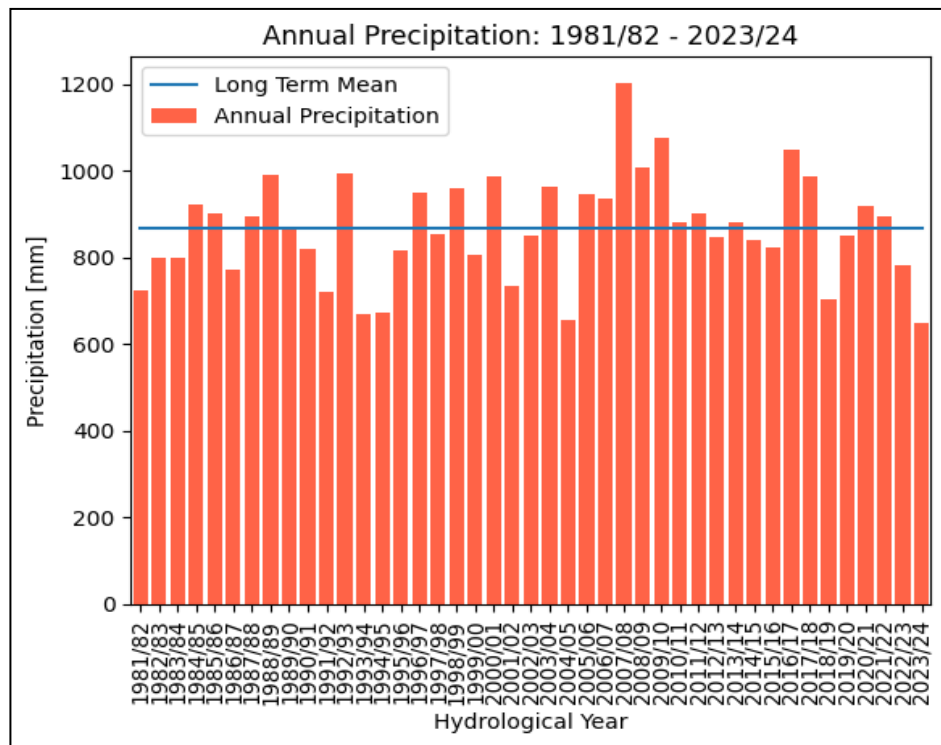
Situação Geral: Precipitação Abaixo do Normal

- A precipitação observada variou entre 400 e pouco mais de 1500 mm, com **maior parte da bacia registando valores entre 300 e 750mm (média da Bacia: 900 mm).**
- De forma geral, **a época chuvosa 2023/24 na Bacia do Zambeze foi caracterizada por precipitação Abaixo do Normal**, com maior incidência sobre a bacia do Kariba nas Repúblicas de Angola e da Zâmbia (Alto Zambeze).
- Esta situação teve impactos negativos na disponibilidade de água nas principais albufeiras da



O impacto do El Niño Oscilação Sul (ENSO) na Bacia do Zambeze e as suas implicações na disponibilidade de água para a geração de energia hidroelétrica no ano hidrológico 2023/24

RESULTADOS: PRECIPITAÇÃO OBSERVADA

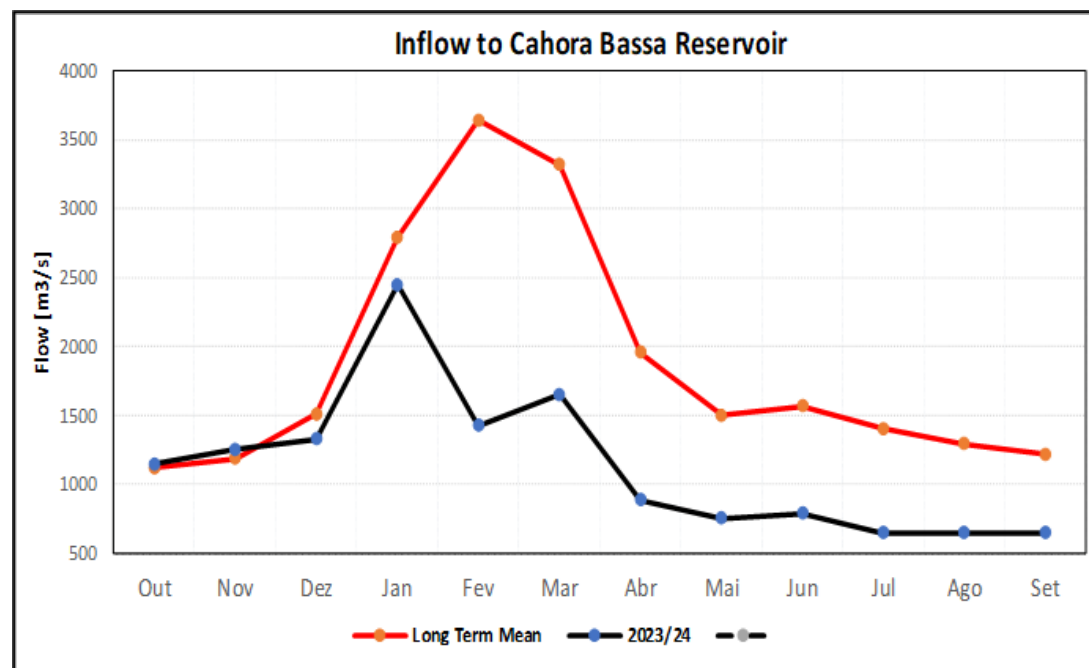
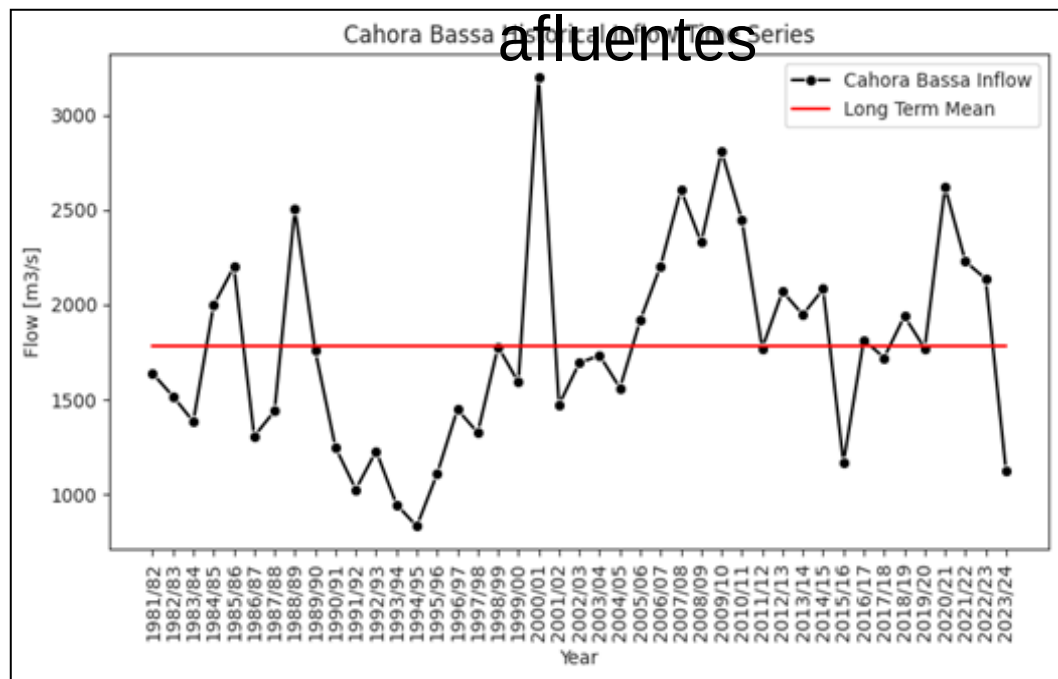


O ano mais seco registado foi 2023/24, com uma precipitação de 649 mm: 25% abaixo da média de longo prazo de 868 mm. Seca com período de retorno de 45 anos, com base no ajuste da distribuição Log-Normal.



O impacto do El Niño Oscilação Sul (ENSO) na Bacia do Zambeze e as suas implicações na disponibilidade de água para a geração de energia hidroelétrica no ano hidrológico 2023/24

RESULTADOS: Efeitos da seca nos escoamentos

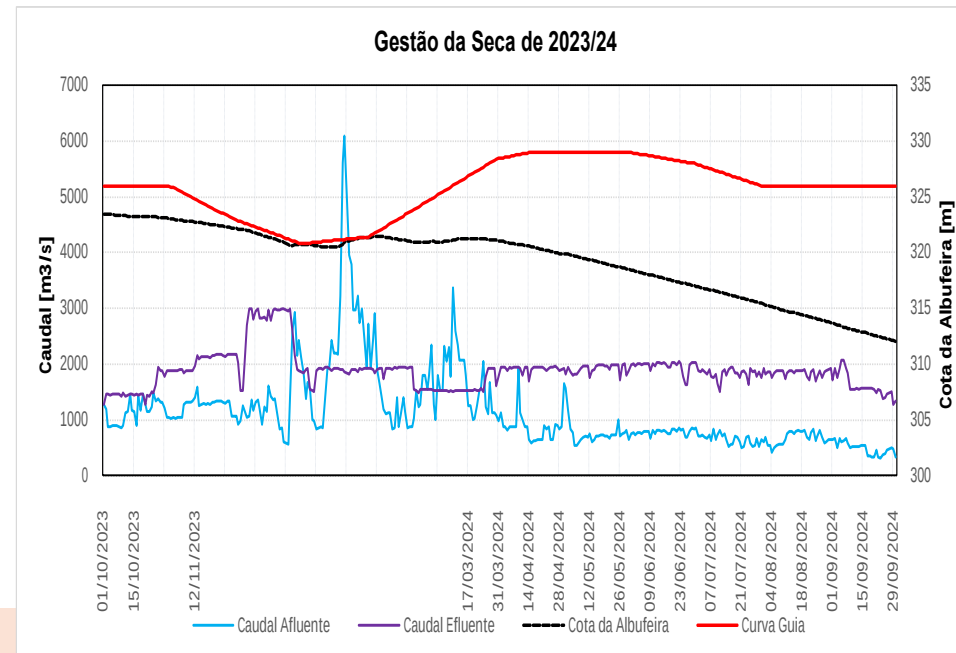
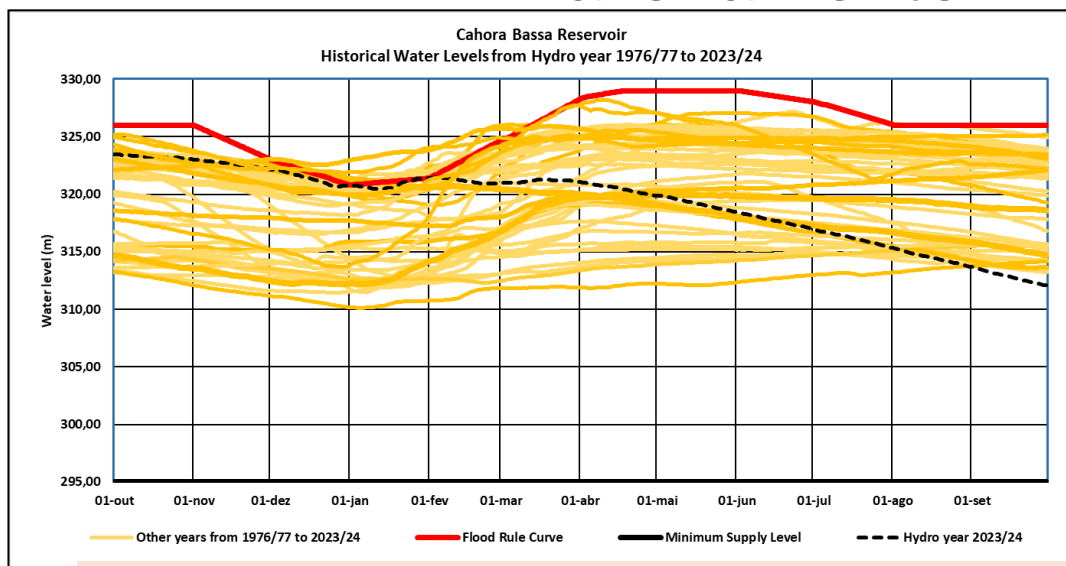


- o As afluências a Cahora Bassa em 2023/24 foram as mais baixas dos últimos 28 anos, sendo as de 1994/95 as piores desde a construção da barragem
- o As afluências acumuladas ficaram 37% abaixo da média de longo prazo, resultando num défice total de água de 20.557 Mm³..



O impacto do El Niño Oscilação Sul (ENSO) na Bacia do Zambeze e as suas implicações na disponibilidade de água para a geração de energia hidroelétrica no ano hidrológico 2023/24

RESULTADOS: Efeitos no Armazenamento



Impactos em Cahora Bassa

- o $Q_{a_{med}}$: **1,125 m³/s**;
- o Vol_{afl} : **35,623 Mm³** (40% abaixo da média);
- o Cota a 30 Set: **312.07 m** (41%);
- o A cota atingiu o mínimo histórico de 305.20 m (21%) em Dezembro de 2024.



O impacto do El Niño Oscilação Sul (ENSO) na Bacia do Zambeze e as suas implicações na disponibilidade de água para a geração de energia hidroeléctrica no ano hidrológico 2023/24

RESULTADOS: Efeitos na Produção Hidroelectrica

- Redução da Potência nos Grupos Geradores da Potência Nominal de 415 MW para 340 MW
- Redução do número de Grupos Geradores em funcionamento de 5 GG instalados para 4 GG
- Redução da eficiência das turbinas devido a redução da queda



O impacto do El Niño Oscilação Sul (ENSO) na Bacia do Zambeze e as suas implicações na disponibilidade de água para a geração de energia hidroeléctrica no ano hidrológico 2023/24

CONCLUSÕES

- A vulnerabilidade dos sistemas hidroeléctricos à seca sublinha a importância de estratégias de gestão adaptativa para garantir a segurança energética e a sustentabilidade
- O El Niño Oscilação Sul (ENSO) forte afectou severamente a região austral de África em geral e a bacia do do Zambeze em particular, provocando a maior seca dos últimos 40 anos.
- A seca de 2023/24 teve impactos negativos no armazenamento da albufeira de Cahora Bassa, tendo atingido os níveis mais baixos após o primeiro enchimento
- A produção hidroelectrica foi significativamente afectada através da redução da potencia nos Grupos Geradores e no número de grupos em funcionamento



RECOMENDAÇÕES A NÍVEL ESTRATÉGICO

- Operação combinada das hidroelectricas com as outras fontes renováveis, nomeadamente eólicas e fotovoltaica
- Aproveitamento do potencial hidroenergético ainda existente na bacia do Zambeze (Mpanda Nkuwa, Boroma, Lupata, Chemba) através da construção de barragens e centrais hidroelectricas.



O impacto do El Niño Oscilação Sul (ENSO) na Bacia do Zambeze e as suas implicações na disponibilidade de água para a geração de energia hidroelétrica no ano hidrológico 2023/24

RECOMENDAÇÕES A NÍVEL OPERACIONAL

- Poupança do água através da operação em horas de maior demanda e melhor tarifa, valorização da energia
- Sincronização da operação das barragens no sistema do Zambeze de modo a tirar o maior proveito dos recursos hídricos da bacia



OBRIGADO