Encontro Técnico AESABESP
37º Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente

AESABESP 40 Anos
Associação dos Engenheiros da Sabesp

37ETC-07428: BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNÍCIPIO DE PORTO SEGURO, BAHIA E A INFLUÊNCIA DOS FENÔMENOS CLIMÁTICOS EL NIÑO E LA NIÑA

Milene Souza Oliveira
Universidade Federal do Sul da Bahia - UFSB

Introdução

- O clima resulta de padrões médios das condições atmosféricas ao longo do tempo.
- Temperatura e precipitação condicionam a disponibilidade de água no solo.
- O Balanço Hídrico Climatológico (BHC) ajuda a identificar períodos de reposição, armazenamento, deficiência e excedente.
- Essas informações podem apoiar as atividades agropecuárias e antrópicas e a gestão de recursos naturais.

Objetivo

- Caracterizar o Balanço Hídrico Climatológico para o município de Porto Seguro/BA e a influência dos fenômenos climáticos El Niño e La Niña na temperatura e precipitação.

BHC
Disponibilidade de água no solo

→

Temperatura
Variação térmica observada

→

Precipitação
Volume e distribuição das chuvas

Metodologia

Área de estudo: Porto Seguro, Bahia

4 m	−16,13°	−39,02°	Af
Altitude	Latitude	Longitude	Köppen–Geiger: tropical úmido/superúmido

- Dados de estações meteorológicas convencionais do INMET para o período de 10 anos (2013 – 2022).
- Ausência de dados para o ano de 2021.
- Variáveis analisadas: temperatura do ar e precipitação.
- Cálculo do BHC pelo método de Thornthwaite e Mather (1955).
- Capacidade de água disponível no solo (CAD) fixada em 100 mm.
- Para o acompanhamento do El Niño/La Niña, utilizou-se o Índice Niño Oceânico (ONI), baseado em anomalias da temperatura da superfície do mar na região Niño 3.4.

O que o balanço hídrico estima?

P — Precipitação → **ETP** — Demanda atmosférica → **ARM** — Água armazenada no solo → **ETR** — Evapotranspiração real → **DEF/EXC** — Deficiência / excedente

- ETP: água que poderia ser transferida à atmosfera em condições sem limitação hídrica.
- ETR: perda efetiva de água por evaporação e transpiração, condicionada à água disponível.
- O BHC compara a oferta de chuva com a demanda atmosférica e estima a condição hídrica do solo.

Fórmulas do método de Thornthwaite

Evapotranspiração potencial (ETP)

$$ETP = 16 \times (10 \times T / I)^{a} \times f$$

Índice térmico anual (I)

$$I = \Sigma\,(0{,}2 \times T)^{1{,}514}$$

Expoente (a)

$$a = 6{,}75 \times 10^{-7} \times I^{3} - 7{,}71 \times 10^{-5} \times I^{2} + 1{,}792 \times 10^{-2} \times I + 0{,}49239$$

Fator de ajuste (f)

$$f = (h / 12) \times (n / 30)$$

- T = temperatura média mensal (°C);
- I = índice de calor anual;
- a = coeficiente calculado a partir de I;
- f = fator de ajuste pela latitude e pelo mês;
- h = horas de luz do dia;
- n = número de dias do mês.

Resultados e discussão

Temperatura

Tabela 1 – Temperaturas médias mensais (em °C) e desvio padrão (±) nas estações meteorológicas convencionais da rede do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), no município de Porto Seguro/BA

Ano	Meses											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2014	24.0	23.6	23.5	23.1	22.6	21.2	20.6	20.2	21.6	22.1	23.4	23.4
2015	24.4	24.4	24.9	-	22.1	21.5	20.6	20.5	22.5	23.2	24.9	25.6
2016	25.5	25.5	25.4	24.0	22.4	21.4	20.8	21.1	21.4	23.2	23.5	26.7
2017	29.4	24.1	23.8	23.4	22.5	21.6	19.8	20.0	20.7	22.6	23.4	24.4
2018	24.8	25.0	25.3	22.9	22.3	21.6	20.5	21.4	22.1	23.5	23.7	24.5
2019	25.1	26.4	25.2	25.1	24.9	21.8	20.5	20.6	21.6	23.0	24.2	24.6
2020	25.3	25.7	24.4	23.9	22.6	21.5	20.8	20.2	21.6	22.0	-	-
2021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2022	-	23.9	24.2	23.2	22.2	20.2	20.2	19.8	21.0	23.0	23.0	24.0
2023	24.5	24.3	23.8	23.7	22.0	21.0	20.5	22.0	24.1	25.4	26.6	29.0
Média e Desv. Pad.	25.0 ± 1.7	24.4 ± 0.9	24.4 ± 0.7	23.6 ± 0.7	22.4 ± 0.9	21.5 ± 0.5	20.5 ± 0.3	20.5 ± 0.7	21.6 ± 1.0	23.0 ± 1.0	23.6 ± 1.2	24.6 ± 1.8
Máx.	29.4	26.4	25.4	25.1	24.9	21.8	20.8	22.0	24.1	25.4	26.6	29.0
Min.	24.0	23.6	23.5	23.1	22.0	20.2	19.8	19.8	20.7	22.0	23.0	23.4

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados das estações metereologicas do INMET.

22,3 - 24,4 °C

Faixa de temperatura média anual

19,8°C

Menor média mensal

29,4°C

Maior média mensal

Resultados e discussão

Precipitação

Tabela 2 – Precipitação total desvio padrão (±) nas estações meteorológicas convencionais do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), no municipio de Porto Seguro/BA

Ano	Meses												Total anual
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
2014	63.0	132.8	84.0	157.6	67.8	59.8	-	-	37.8	226.8	187.8	112.2	1129.6
2015	56.8	122.8	52.0	-	106.6	233.4	106.0	135.6	15.6	106.0	52.8	-	987.6
2016	225.2	-	39.6	56.4	111.0	94.4	154.6	109.0	165.4	161.4	322.8	34.0	1473.8
2017	-	53.4	94.0	282.0	169.0	192.6	204.0	132.2	158.6	40.4	289.6	172.0	1787.8
2018	88.6	134.2	51.8	161.8	265.6	214.0	90.8	49.2	70.2	75.2	222.8	214.2	1638.4
2019	31.2	-	175.8	47.2	50.4	86.8	172.2	217.2	124.4	114.4	45.8	92.2	1157.6
2020	79.6	-	229.6	204.2	122.6	219.4	110.0	162.2	-	-	-	-	1127.6
2021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2022	-	-	-	102.2	199.0	34.2	214.4	97.6	131.8	162.6	418.6	440.2	1800.6
2023	203.4	136.4	97.4	429.2	152.4	52.2	113.0	40.6	-		-	-	1183.6
Média mensal e Desv. Pad.	79.6 ± 63.0	132.8 ± 35.3	89.0 ± 66.0	159.7 ± 127.0	122.6 ± 66.8	94.4 ± 81.3	133.8 ± 47.6	120.6 ± 58.0	124.4 ± 56.3	114.4 ± 62.2	222.8 ± 138.0	142.1 ± 143.2	-

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados das estações metereologicas do INMET.

1800,6mm

Maior volume de precipitação anual

987,6mm

Menor volume de precipitação anual

2021

Ausência de dados

Resultados e discussão

El Niño

Associado ao aquecimento anômalo do Pacífico equatorial

↓

Elevou a temperatura em valores entre 0.5 e 2.6 °C, proporcionando menores volumes de precipitações registrados pelas estações meteorológicas.

La Niña

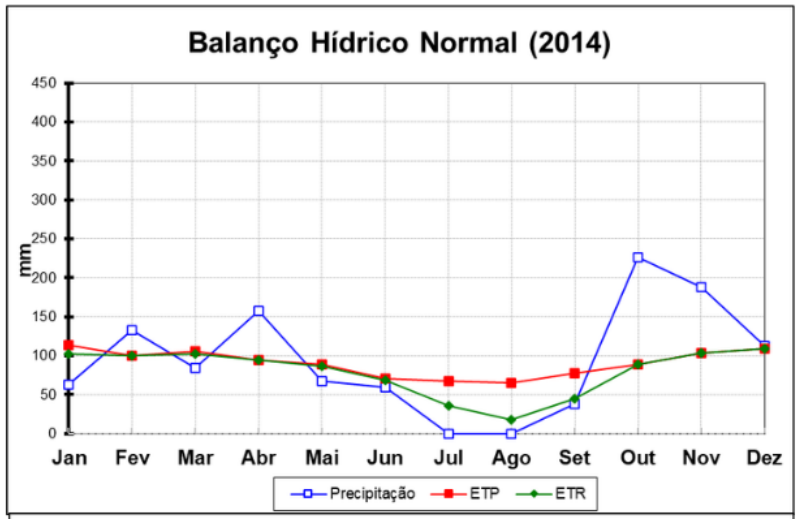
Associada ao resfriamento anômalo do Pacífico equatorial

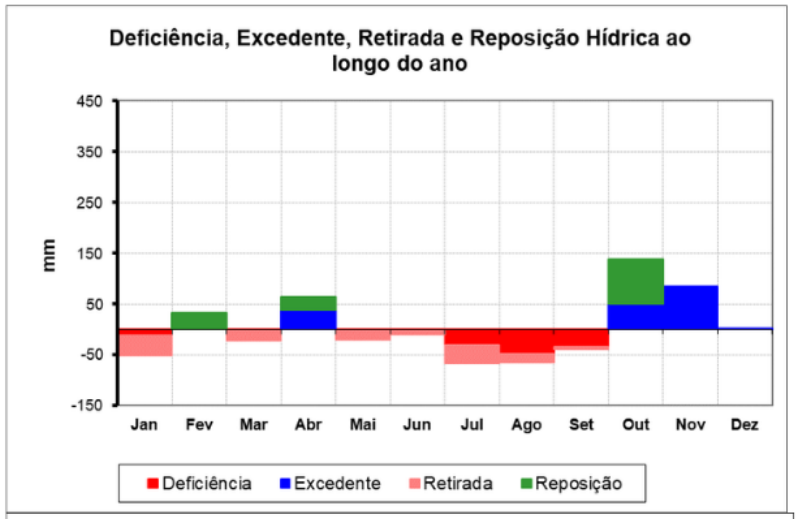
↓

Redução da temperatura entre 0.8 e 1.1 °C, o que gerou maior excedente hídrico e maior evapotranspiração.

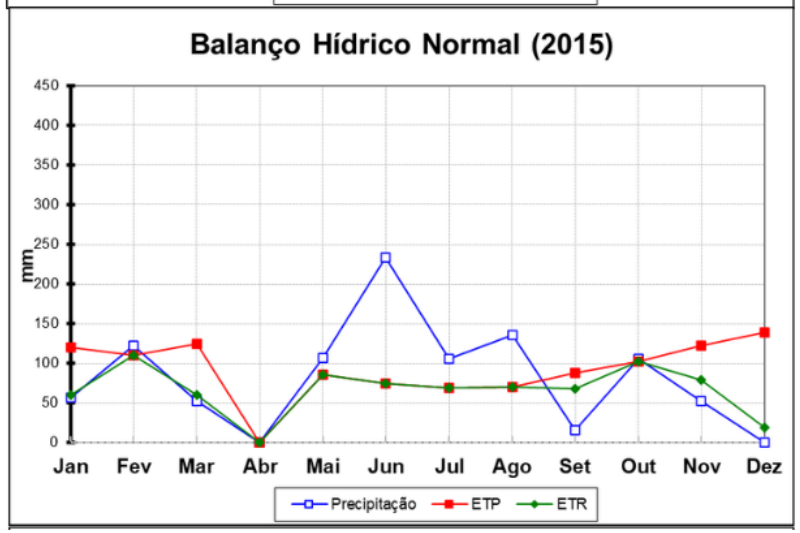
Resultados e discussão

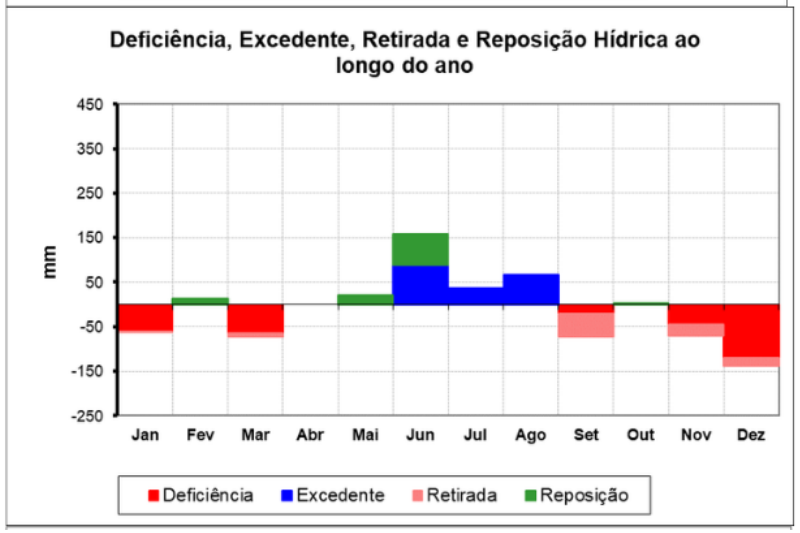
a)





b)





2014-2015

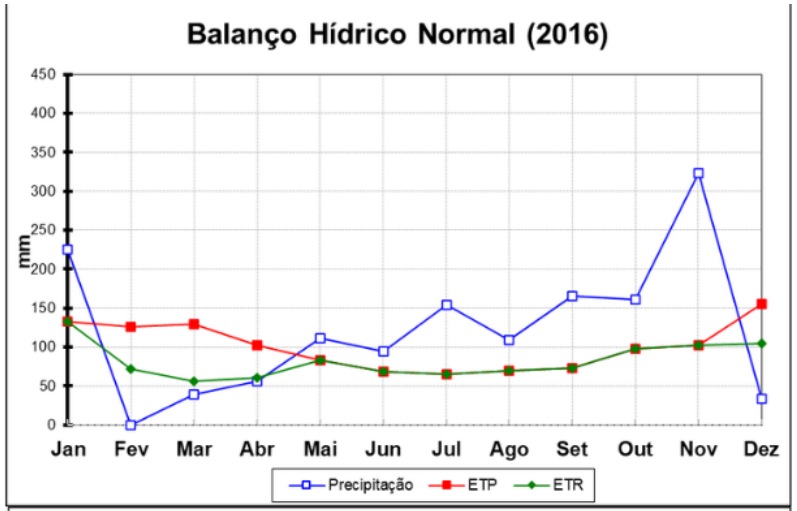
BHC

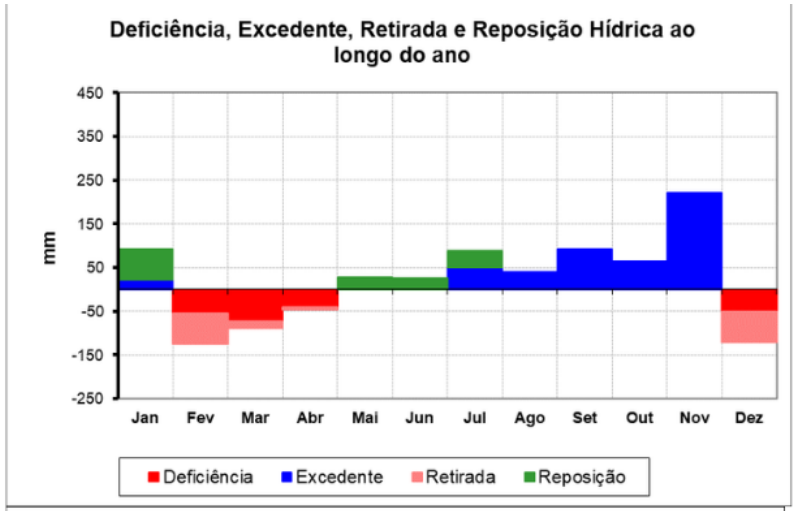
El Niño fraco entre outubro (2014) a abril (2015).

El Niño forte entre maio (2015) e abril (2016).

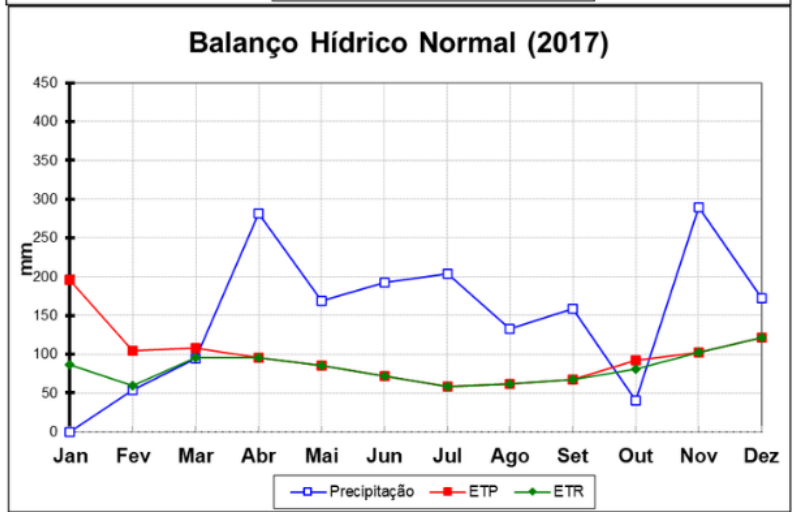
Resultados e discussão

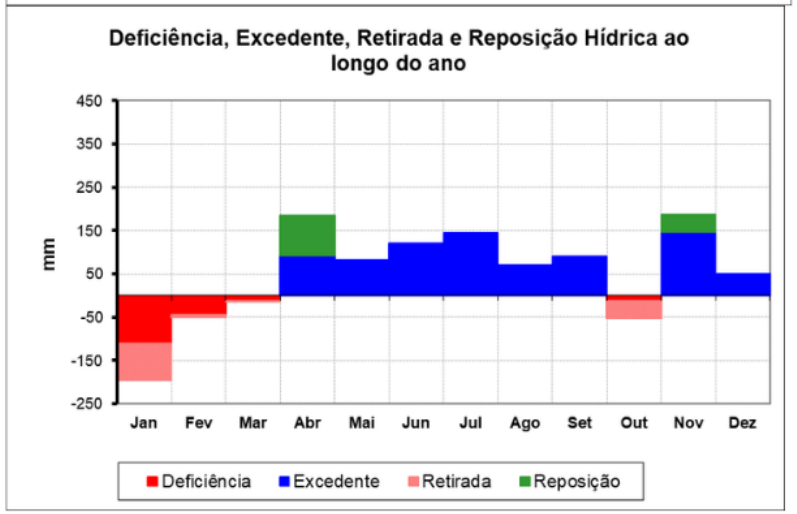
c)





d)





2016-2017

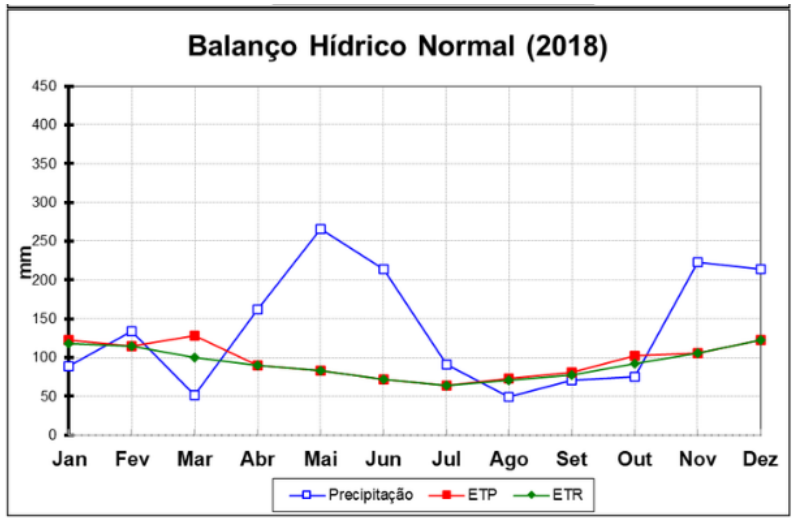
BHC

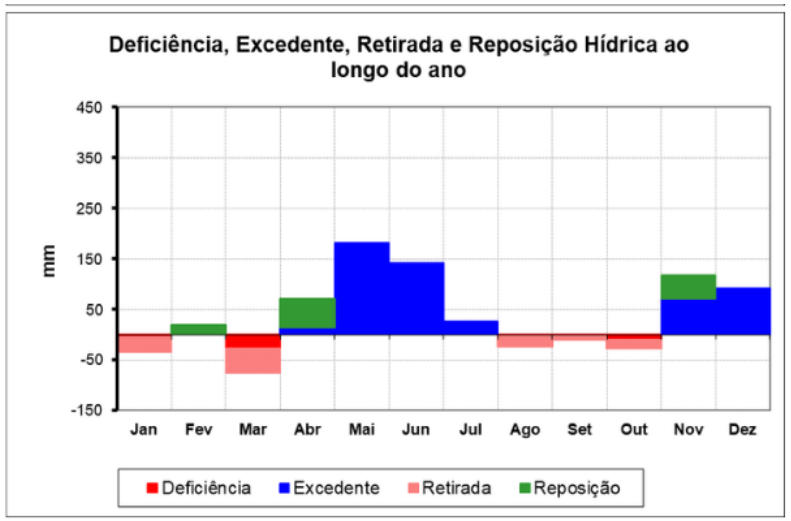
El Niño forte entre maio (2015) e abril (2016).

La Niña fraca entre agosto a dezembro (2016).

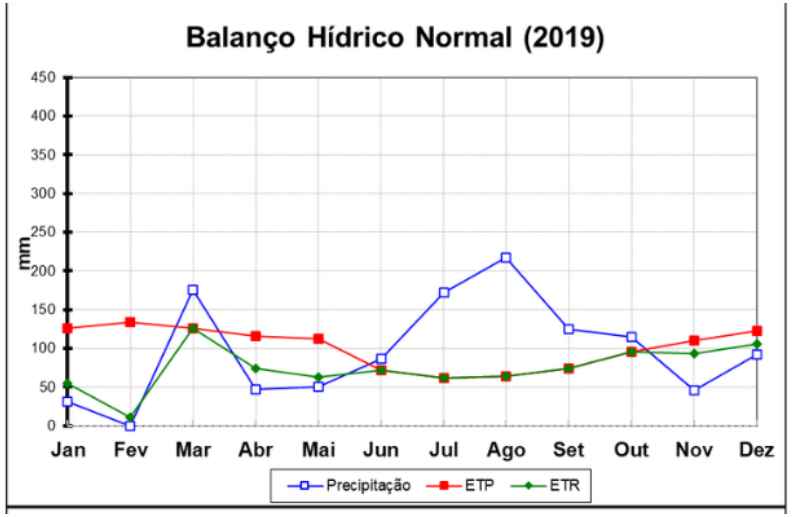
Resultados e discussão

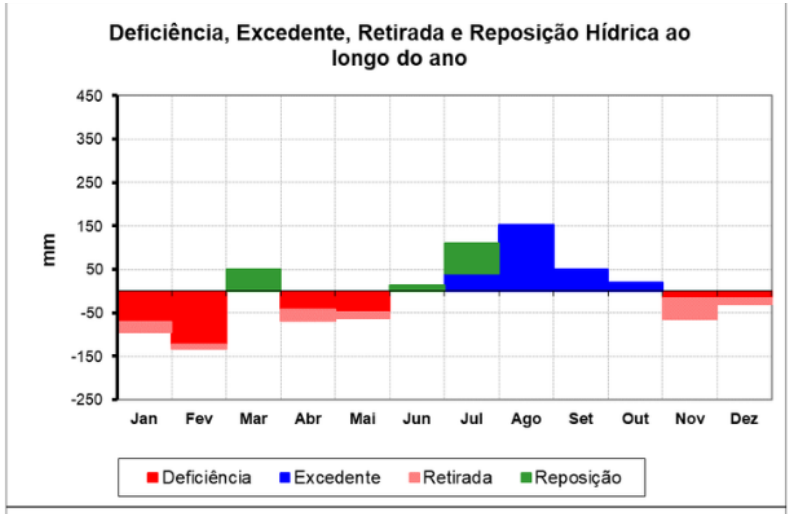
e)





f)





2018-2019

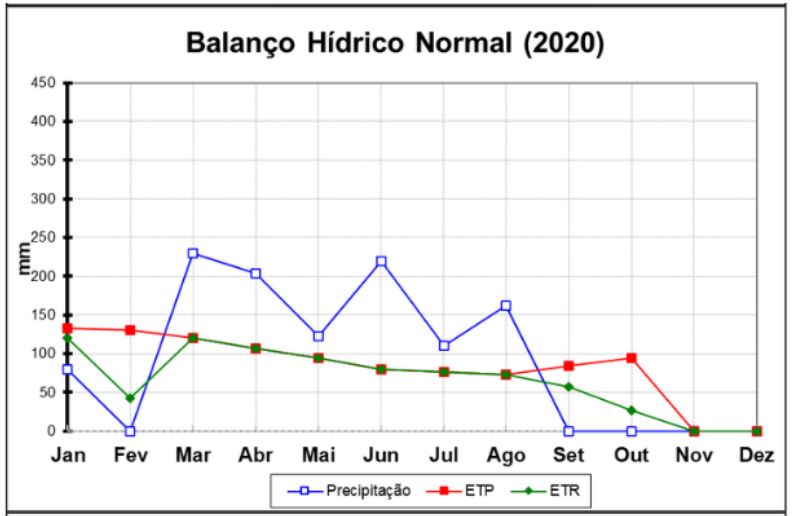
BHC

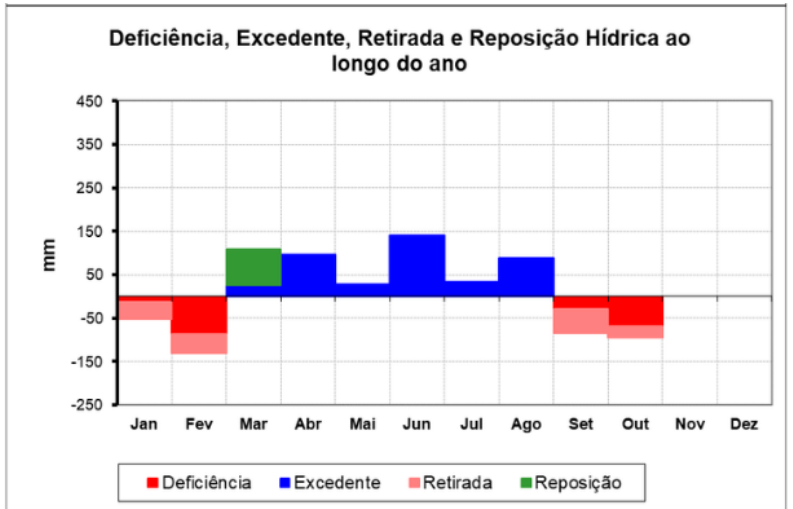
La Niña fraca entre janeiro a abril (2018).

El Niño fraco entre setrembro (2018) a junho (2019).

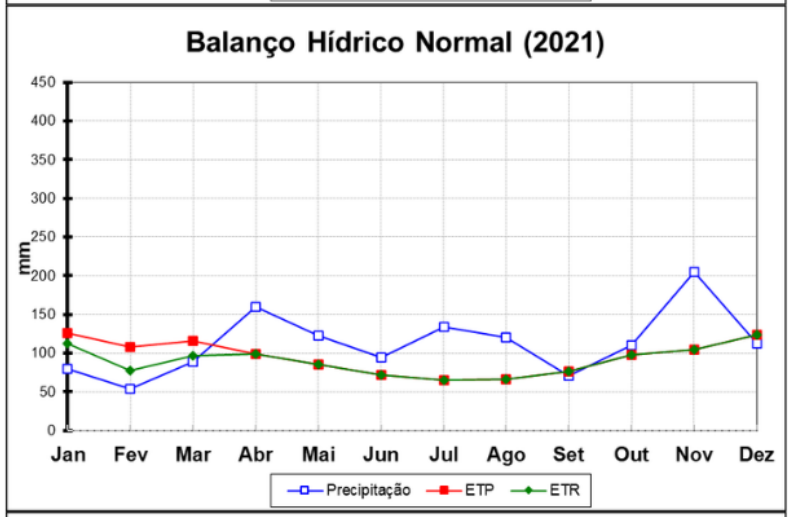
Resultados e discussão

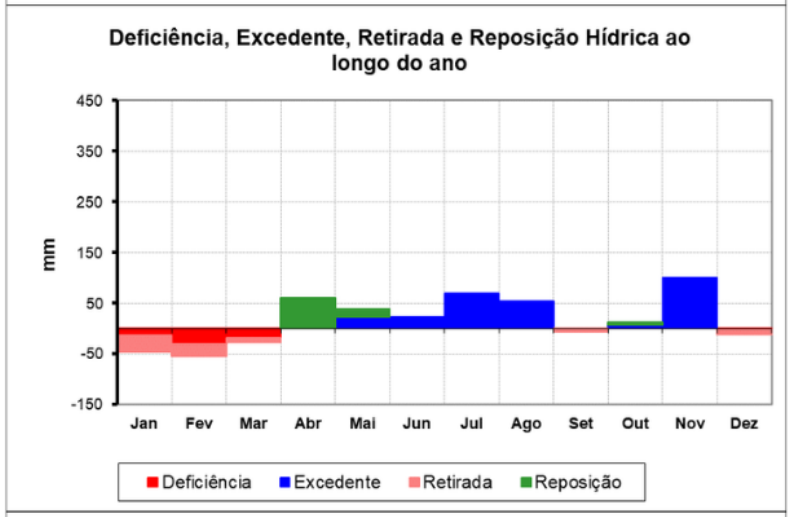
g)





h)





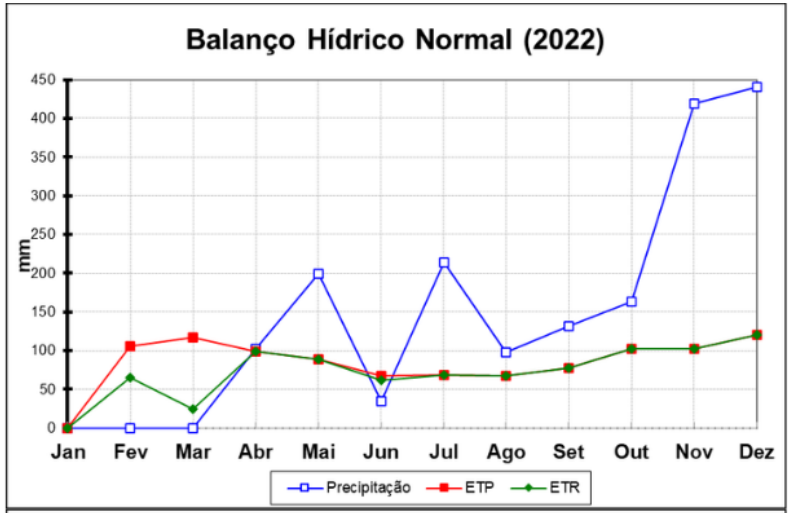
2020-2021

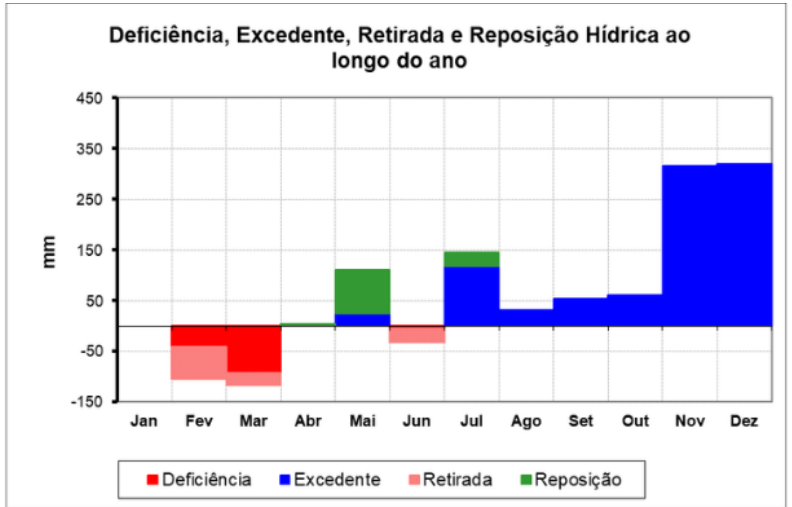
BHC

La Niña forte entre agosto (2020) a dezembro (2022).

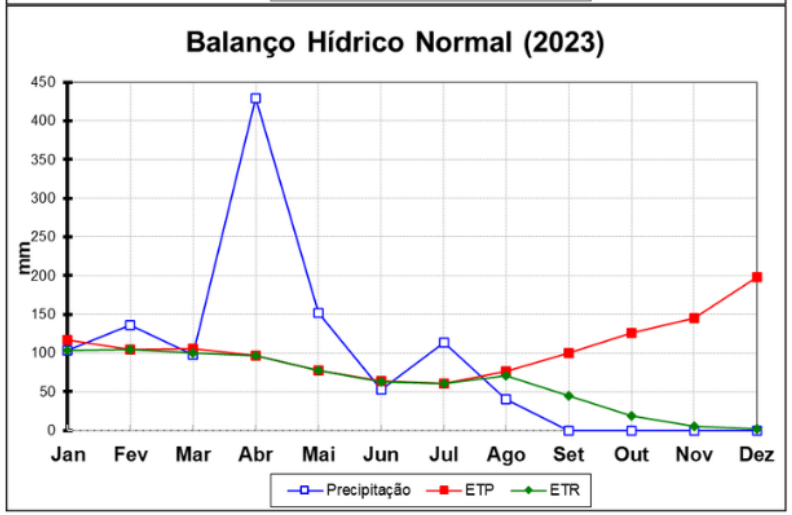
Resultados e discussão

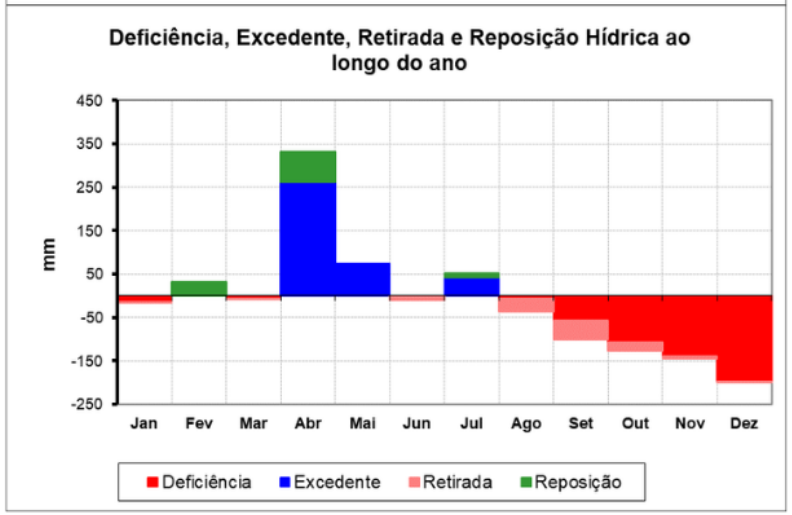
i)





j)





2022-2023

BHC

La Niña forte entre agosto (2020) a dezembro (2022).

El Niño forte entre agosto (2023) a dezembro (2023).

Resultados e discussão

Jan–mar

Meses com maior ocorrência de deficiência hídrica

Abr–jul

Período com chuvas e reposição/armazenamento em vários anos

Nov–dez

Meses com precipitações elevadas, com destaque para 2022

- Quando há água suficiente, a ETR pode se igualar à ETP.
- O armazenamento pode alcançar a CAD adotada (100 mm); acima da capacidade, pode ocorrer excedente.
- Falhas de observação podem aparentar deficiência hídrica e limitam a interpretação.

Conclusão

- O BHC indicou variação temporal na disponibilidade de água no solo em Porto Seguro.
- Janeiro a março concentraram mais ocorrências de deficiência hídrica; abril a julho e novembro a dezembro se destacaram pelas chuvas e pela disponibilidade hídrica.
- El Niño associado a condições de maior temperatura/deficiência e La Niña a excedentes hídricos em períodos observados.
- A continuidade e a qualidade dos registros meteorológicos são essenciais para fortalecer essas interpretações.

Obrigada!

Milene Souza Oliveira
mileneoliveira2000@hotmail.com
(73) 98877-2809
@__mileneoliveira

Encontro Técnico AESABESP
37º Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente

AESABESP 40 Anos
Associação dos Engenheiros da Sabesp