



**CENTRO UNIVERSITÁRIO CHRISTUS – UNICHRISTUS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

MANUEL SERPA RODRIGUES

**TECNOLOGIA DE CONTENÇÃO DA EVAPORAÇÃO EM MANANCIAL
SUPERFICIAL VISANDO AMPLIAR A OFERTA DE ÁGUA PARA O SEMIÁRIDO**

FORTALEZA

2021

MANUEL SERPA RODRIGUES

TECNOLOGIA DE CONTENÇÃO DA EVAPORAÇÃO EM MANANCIAL
SUPERFICIAL, VISANDO AMPLIAR A OFERTA DE ÁGUA PARA O SEMIÁRIDO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao curso de Engenharia Civil
do Centro Universitário Christus, como
requisito parcial para obtenção do título de
bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. PhD. Eliezer Fares
Abdala Neto

FORTALEZA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Centro Universitário Christus - Unichristus
Gerada automaticamente pelo Sistema de Elaboração de Ficha Catalográfica do
Centro Universitário Christus - Unichristus, com dados fornecidos pelo(a) autor(a)

R696t Rodrigues, Manuel Serpa.
Tecnologia de contenção da evaporação em manancial superficial visando ampliar a oferta de água para o semiárido / Manuel Serpa Rodrigues. - 2021.
106 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Universitário Christus - Unichristus, Curso de Engenharia Civil, Fortaleza, 2021.
Orientação: Prof. Dr. Eliezer Fares Abdala Neto.

1. ÁGUA. 2. Semiárido. 3. Precipitação. 4. Reservatórios. 5. Evaporação. I. Título.

CDD 624

MANUEL SERPA RODRIGUES

TECNOLOGIA DE CONTENÇÃO DA EVAPORAÇÃO EM MANANCIAL
SUPERFICIAL, VISANDO AMPLIAR A OFERTA DE ÁGUA PARA O SEMIÁRIDO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao curso de Engenharia Civil
do Centro Universitário Christus, como
requisito parcial para obtenção do título de
bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. PhD. Eliezer Fares
Abdala Neto

Aprovada em ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. PhD. Eliezer Fares Abdala Neto

Centro Universitário Christus

Prof^a. Ma. Paula Nobre de Andrade

Centro Universitário Christus

Prof. Me. Cesar Bündchen Zaccaro de Oliveira

Centro Universitário Christus

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente a Deus por me permitir chegar até aqui e aos meus familiares pelo apoio incondicional, em especial minha mãe, Benedita Serpa Rodrigues que não mediu esforços e sempre me ajudou para que eu concluísse mais esse ciclo da minha vida.

Agradeço, Prof. Dr. Eliezer Fares Abdala Neto por não medir esforços nas orientações diante das dificuldades encontradas durante a realização do trabalho, bem como na elaboração dos experimentos.

Agradeço a todos os meus amigos, que sempre me ajudaram.

“Só há duas maneiras de viver a vida: a primeira é vivê-la como se os milagres não existissem. A segunda é vivê-la como se tudo fosse milagre”.

Albert Einstein

RESUMO

O armazenamento em reservatórios superficiais é uma das principais soluções para garantir o abastecimento de água e suprir a sua falta durante períodos de estiagem em regiões semiáridas. Há milhares de anos o homem vem aperfeiçoando as técnicas e a capacidade para armazenar água, possibilitando assim, seu armazenamento e a transferência de recursos hídricos, por meio de canais, de regiões onde são abundantes para áreas de escassez. Fatores como a irregularidade da distribuição de precipitações pluviométricas associados a elevada incidência da energia solar, contribuem para o aumento significativo das taxas de evaporação que é um dos fatores que influencia radicalmente para a redução da disponibilidade hídrica de reservatórios nas regiões semiáridas. Diante disso, existem algumas alternativas com características próprias que são aplicadas para minoração das taxas de evaporação na região semiáridas. O uso de tecnologias para redução da evaporação em reservatórios superficiais pode ajudar regiões semiáridas a superar a escassez hídrica. Alguns mecanismos, como filmes monomoleculares e estruturas flutuantes, podem apresentar efeitos satisfatórios no percentual de redução das taxas de evaporação. O presente trabalho estudou uma tecnologia social para contenção da evaporação em mananciais superficiais, visando ampliar a oferta de água. Na estrutura para o estudo experimental foram utilizados 2 evaporímetros abastecidos com aproximadamente 28,4% de sua capacidade com água bruta. Foi instalado sobre a superfície da água de um dos evaporímetros a plataforma anti-evaporante de garrafa PET e o outro ficou descoberto ambos foram expostos a fatores climáticos como a ação da temperatura, pressão, umidade, vento e radiação. Para o cálculo volumes de evaporação teórica foi utilizado um modelo matemático proposto por Penman. De posse dos valores de evaporação experimental e teórico foi realizada a corroboração dos valores de evaporação e a plataforma anti-evaporante de garrafas PET apresentou eficiência satisfatória reduzindo a evaporação em cerca de 50,57%, onde possibilita a ampliação no abastecimento hídrico com o volume que seria transferido do reservatório para a atmosfera por meio da evaporação.

Palavras-chave: Água. Semiárido. Precipitação. Reservatórios. Evaporação.

ABSTRACT

Storage in shallow reservoirs is one of the main solutions to guarantee water supply and make up for its lack during periods of drought in semi-arid regions. For thousands of years, man has been perfecting techniques and the capacity to store water, thus enabling its storage and the transfer of water resources, through channels, from regions where they are abundant to areas of scarcity. Factors such as the irregular distribution of rainfall, associated with the high incidence of solar energy, contribute to the significant increase in evaporation rates, which is one of the factors that radically influences the reduction of water availability in reservoirs in semiarid regions. Therefore, there are some alternatives with their own characteristics that are applied to reduce evaporation rates in the semiarid region. The use of technologies to reduce evaporation in surface reservoirs can help semi-arid regions to overcome water scarcity. Some mechanisms, such as monomolecular films and floating structures, can have satisfactory effects on the percentage of reduction in evaporation rates. The present work studied a social technology to contain evaporation in superficial sources, aiming to increase the water supply. In the structure for the experimental study, 2 evaporimeters were used, supplied with approximately 28.4% of their capacity with raw water. The PET bottle anti-evaporating platform was installed on the water surface of one of the evaporimeters and the other was discovered, both were exposed to climatic factors such as the action of temperature, pressure, humidity, wind and radiation. For the calculation of theoretical evaporation volumes, a mathematical model proposed by Penman was used. With the experimental and theoretical evaporation values, the evaporation values were corroborated and the PET bottle anti-evaporating platform showed satisfactory efficiency, reducing evaporation by about 50.57%, which allows for an increase in water supply with the volume that would be transferred from the reservoir to the atmosphere through evaporation.

Keywords: Water. Semiarid. Precipitation. Reservoirs. Evaporation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Delimitações do Semiárido Brasileiro.....	17
Figura 2 – Ciclo hidrológico ou ciclo da água.....	22
Figura 3 – Gráfico da distribuição de água no mundo.....	24
Figura 4 – Gráfico da disposição de água doce acessível no Planeta.....	24
Figura 5 – Regiões Áridas e Semiáridas no mundo.....	25
Figura 6 – Gráfico da estimativa das utilizações por tipo de uso.....	27
Figura 7 – Regiões hidrográficas do Brasil.....	28
Figura 8 – Área ocupada por tipologia de massa d'água.....	29
Figura 9 – Média de precipitações nas regiões brasileiras.....	32
Figura 10 – Plantio de árvores representando quebra-ventos.....	42
Figura 11 – Comportamento dos ventos na presença de quebra-ventos.....	43
Figura 12 – “Bolas de Sombras” instaladas no reservatório de Los Angeles.....	44
Figura 13 – “Bolas de Sombra” NeoTop Water System.....	44
Figura 14 – Plantas aquática flutuante.....	45
Figura 15 – Uso de filmes moleculares em reservatório.....	46
Figura 16 – Uso de filmes moleculares em reservatório.....	47
Figura 17 – Fluxograma.....	50
Figura 18 – Açude Gavião.....	51
Figura 19 – Local de Estudo.....	52
Figura 20 – Distância entre o açude Gavião e o local de estudo de caso.....	52
Figura 21 – Estação Meteorológica FORTALEZA (A305).....	53
Figura 22 – Esboços do evaporímetro - 01 com as plataformas anti-evaporante de garrafa PET.....	54
Figura 23 – Esboço do evaporímetro – 02 sem as plataformas anti-evaporante de garrafa PET.....	55
Figura 24 – Caixa d'água de polietileno.....	56
Figura 25 – Plataforma anti-evaporante de garrafas PET.....	59
Figura 26 – Régua graduada.....	59
Figura 27 - Coleta da água no Açude Gavião.....	62
Figura 29 – Abastecimento dos evaporímetros 1 e 2 nos experimentos.....	63

Figura 29 - Evaporímetro 2 utilizado nos experimentos com as plataformas anti- evaporante de garrafa PET	64
Figura 31 – Régua graduada fixada no evaporímetro	64
Figura 32 - Estimativa de evaporação diária pelo método de Penman	68
Figura 33 – Valores percentuais de evaporação diária obtidos nos experimentos com o uso dos evaporímetros 1 e 2	71
Figura 34 - Estimativa de volume evaporado do modelo teórico (método de Penman) e experimental (evaporímetro 1 – com plataforma e evaporímetro 2 – sem plataforma)	73
Figura 35 - pH da água de estudo - modelo experimental.	75
Figura 36 – Comportamento da turbidez da água de estudo, durante o período de experimentos, observados nos evaporímetros 1 e 2.....	76
Figura 36 - Concentração de sólidos dissolvidos medidos para a água de estudo - modelo experimental	78
Figura 37 - Condutividade da água de estudo - modelo experimental	80

LISTA DE QUADROS

Quadro 1– Classificação do clima de acordo com Köppen-Geiger.	34
Quadro 2 – Classificação da primeira letra de acordo com Köppen-Geiger.....	34
Quadro 3 – Segunda letra da classificação de Köppen-Geiger.....	35
Quadro 4 – Terceira letra da classificação de Köppen-Geiger.	36
Quadro 5– Sensibilidade de cada método.	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados obtidos da estação A-305 e proposto por Tucci (2015) para o período de estudos, utilizados na determinação da evaporação teórica.	66
Tabela 2 - Volume evaporado, remanescente e percentual de evaporação diária ...	68
Tabela 3 - Valores obtidos de lâminas evaporadas obtidos nos experimentos realizados, com uso dos evaporímetros 1 e 2.....	69
Tabela 4 - pH da água de estudo - modelo experimental.....	74
Tabela 5- Turbidez da água de estudo - modelo experimental	75
Tabela 6 - Concentração de sólidos dissolvidos medidos para a água de estudo - modelo experimental	77
Tabela 7 - Condutividade da água de estudo - modelo experimental	79

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
BSh	Clima Semiárido Quente
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INSA	Instituto Nacional do Semiárido
ONU	Organização das Nações Unidas
PET	Polietileno tereftalato
pH	Potencial hidrogeniônico
SAB	Semiárido Brasileiro
SNIRH	Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos
SPR	Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos
SUDENE	Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste
TDS	Teor de sólidos dissolvidos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	Objetivos	20
1.1.1	<i>Objetivo geral</i>	20
1.1.2	<i>Objetivos específicos</i>	20
2	REFERENCIAL TEÓRICO	22
2.1	A água no Planeta Terra	22
2.2	Zonas Áridas e Semiáridas	25
2.3	A água no Brasil	26
2.4	O Semiárido brasileiro	30
2.5	Condições climáticas do Semiárido brasileiro	33
2.6	Desertificação	37
2.7	Evaporação	38
2.7.1	<i>Evaporímetros</i>	40
2.7.2	<i>Redução da evaporação</i>	40
2.8	Tecnologias de redução da evaporação	42
3	METODOLOGIA	48
3.1	Delineamento da pesquisa	48
3.2	Método de trabalho	49
3.3	Local de estudo	51
3.3.1	<i>Análise de proximidade com o açude de abastecimento da cidade</i>	52
3.3.2	<i>Escolha da estação de meteorológica</i>	53
3.4	Critério de escolha do período do ano a ser aplicado o estudo	53
3.5	Concepção, montagem e instalações do experimento	54
3.5.1	<i>Evaporímetros</i>	55
3.5.2	<i>Plataforma anti-evaporante de garrafas PET</i>	56
3.5.3	<i>Régua graduada</i>	59
3.6	Determinação da evaporação teórica	60
3.6.1	<i>Modelo de Penman utilizado para cálculo da evaporação teórica</i>	60
3.7	Determinação da evaporação experimental	62
3.7.1	<i>Coleta da água de estudo - açude Gavião</i>	62
3.7.2	<i>Preparação para o experimento</i>	63

3.7.3	<i>Coleta de dados da lâmina d'água evaporada</i>	64
3.7.4	<i>Coleta de amostras para análises físico-químicas</i>	65
3.8	Estimativa de evaporação do Açude Gavião.	65
4	RESULTADOS E DISCURSÕES	66
4.1	Resultado da evaporação teórica a partir dos dados da estação meteorológica A-305, localizada em Fortaleza-CE a partir do INMET.	66
4.2	Resultado da evaporação experimental a partir dados gerados nos experimentos.	69
4.4	Resultados da qualidade da água em função da evaporação – Modelo experimental com e sem o uso da plataforma anti-evaporante.	73
5	CONCLUSÃO	81
	REFERÊNCIAS	82
	ANEXOS	89

1 INTRODUÇÃO

A água presente na Terra tem seu volume inalterado a centenas de milhões de anos o que muda é sua distribuição espacial e temporal, ou seja, o volume que evapora em uma determinada região não precipita necessariamente na mesma região (RIBEIRO e ROLIM, 2017). Na mesma concepção para Bertoni e Tucci (2015), tal fenômeno ocorre devido a toda água que precipita retorna como evaporação e evapotranspiração, onde essa dinâmica contínua da água na hidrosfera, entre a atmosfera, a água do solo, águas superficiais, subterrâneas e das plantas geram um ciclo denominado de ciclo hidrológico ou ciclo da água.

O Planeta Terra tem cerca 2/3 de sua superfície coberta por água, mas apenas uma pequena parcela dela é de água doce, pois cerca de 97,5% dessa água é salgada e encontra-se nos mares, oceanos e lagos (não potável) e apenas 2,5% é água doce (BRITO, SILVA e PORTO, 2007), no entanto para os autores Ferreira, Silva e Pinheiro (2008), nem todo esse percentual de água doce é considerado de fácil acesso para captação pois 2,493% encontra-se em geleiras e aquíferos subterrâneos o que renascente de 0,007% representa a água disponível em rios, reservatórios e lagos.

De acordo com a Agência Nacional de Águas o Brasil é um país privilegiado no que diz respeito à quantidade de água, tem a maior reserva de água doce do Planeta. Em termos globais estima-se que o país possua cerca de 12% da disponibilidade de água doce do planeta e 28% da disponibilidade nas Américas. Ainda Segundo Silva (2012), O Brasil possui ainda, em uma parcela de seu território, o maior estoque de água doce subterrânea, o Aquífero Guarani, com 1,2 milhões de km² (ANA, 2019).

O Brasil possui em seu território 12 regiões hidrográficas incluído entre elas a Amazônica que se situa na região Norte Brasil e que disponibiliza de 83.390 km² de massa de água e se qualifica como a maior reserva de água doce do Planeta (ANA, 2019).

Para Zanella (2014) e ANA (2019), mesmo com toda essa reserva de água disponível o País tem sua divisão natural das reservas de água desigual, pois pode-se observar que os níveis volumétricos de precipitação pluviométrica variam consideravelmente a depender da região, em outros termos pode variar desde

3000mm na região Norte especificamente na Amazônia até uma variação que não ultrapassa 500mm no norte da região Nordeste onde temos uma zona que rege sobre uma classificação de clima semiárido.

O semiárido cearense é uma região que apresenta secas prolongadas históricas, que por sua vez, vai desde a falta de precipitação, deficiência de umidade no solo agrícola, quebra de produção agropecuária até impactos sociais e econômicos negativos em geral, ou seja, identificação de áreas de secas em função de causas e efeitos com diversos níveis de abrangência (CEARÁ, 2008; ZANELLA, 2014).

De acordo com a SUDENE (Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste), o Ceará possui 146.939.479 km² de área, o que representa 95% do seu território conforme apresentado na Figura 1, e 5.827.192 habitantes, correspondendo a 64,5% da população, ambos na porção semiárida. Ou seja, do total de 184 municípios, possui 175 deles no semiárido, na qual sua precipitação média anual fica inferior a 800mm, seu índice de aridez de até 0,5 calculado pelo balanço hídrico que relaciona as precipitações e a evapotranspiração potencial no período de 1961 a 1990 e está submetido a um risco de seca maior que 60% tomando-se por base o período entre 1970 e 1990.

Figura 1 – Delimitações do Semiárido Brasileiro



Fonte: Sudene (2017).

De acordo com a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - FUNCEME (2018), o clima semiárido é caracterizado por altas temperaturas (média anual de 27 °C), baixa umidade, longos períodos de estiagem (seca), chuvas escassas e mal distribuídas (em torno de 750 mm/ano). Na mesma linha de raciocínio. Segundo o Pacto das Águas (CEARÁ, 2008), a região semiárida tem taxas de evaporação tão altas que enquanto chove 800mm/ano, a evaporação chega a 2.100mm anual.

De acordo com o Plano Nacional de Recursos Hídricos (2005), devido ao domínio cristalino que compreende cerca de 75% da região do estado do Ceará as águas subterrâneas que se condicionam sobre este domínio formam aquíferos de baixa produtividade. Na mesma linha de raciocínio para Correia *et al.* (2011), o escudo ou solo cristalino do Semiárido Brasileiro (SAB) apresenta predominante rochas ígneas, metamórficas e plutônicas como os granitoides, com predomínio de minerais como gnaisses, granitos, migmatitos e xistos, estas estruturas foram formadas nos primeiros momentos do desenvolvimento do planeta, quando a terra estava coberta de magma e de meteoritos (rochas plutônicas). Ainda segundo Feitosa (2011), os escudos cristalinos correspondem a 36% da crosta brasileira emersa, ou seja, que não está coberta por águas

Diante do pressuposto de escassez de água a Lei das águas criada em 08 de janeiro de 1997 sobre o nº 9.433, ressalva que cuja condição ou ingrediente é indispensável e essencial, como um de seus fundamentos, preceituado no art. 1º, parágrafo III, que, em situação de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais. No mesmo artigo, agora no parágrafo VI, essa Lei ratifica, ainda, como fundamento, que a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

Em meio ao cenário de escassez hídrica que é submetido o semiárido, para Wolkmer e Pimmel (2013), a água é mais que um recurso essencial e insubstituível para a conservação dos ecossistemas e da vida de todos os seres em nosso planeta é também indispensável ao desenvolvimento econômico e social. Sem água a Vida não existe. Entretanto, os efeitos preocupantes que a destruição do meio ambiente está fomentando apontam para uma crise epistêmica, que segundo a Organização

das Nações Unidas em 2025 quase dois terços da população mundial viverá em áreas metropolitanas, ocasionado problemas no abastecimento (ONU, 2013).

Em seu trabalho Oliveira (2017), mostra que os valores de evaporação em reservatórios no semiárido atingiram índices entre 40% e 50% do volume total do reservatório chegando a taxas de evaporação superiores a 2000 mm. Ainda segundo Oliveira (2017), pesquisas nessa área estimam que os pequenos e médios açudes perdem cerca de 40% da água acumulada, através desse fenômeno. Seguindo a mesma lógica o autor Rebouças (1997), aponta em seu trabalho que, anualmente o que se registra como perda por evaporação da água em corpos hídricos superficiais podem representar uma lâmina média de 3 m.

Diante de tamanhas perdas de volume de água com o fenômeno de evaporação, esforços para desenvolver técnicas de mitigação de evaporação em reservatórios afim de reduzir tais perdas começaram na década de 1960, usando filmes moleculares de monocamada como uma barreira impermeável para a superfície da água. Desde então, muitos métodos que fornecem um melhor controle das perdas por evaporação foram desenvolvidos. Entre essas técnicas, métodos físicos, como coberturas flutuantes ou coberturas suspensas na atmosfera. Outras técnicas ainda estão sendo desenvolvidas, reavaliadas e implantadas para proteger a água dos processos de evaporação, a fim de assegurar o recurso natural em benefício das futuras gerações (SCHOUTEN *et al.*, 2012; YOUSSEF e KHODZINSKAYA, 2019).

Em seu trabalho Oliveira (2019), aponta que estudos científicos comprovaram que a adoção de algumas técnicas, a saber: quebra-ventos, corpos artificiais flutuantes, plantas aquáticas, painéis flutuantes de energia fotovoltaica, filmes monomoleculares e armazenamento subterrâneo surgem como mais uma alternativa capaz de maximizar a oferta hídrica nessas regiões.

Incorporando toda essa situação de fragilidade do semiárido brasileiro, com longos períodos de seca, insegurança quanto ao reabastecimento dos reservatórios para o fornecimento de água para população, a busca por novas tecnologias alternativas necessárias para reduzir a evaporação nos corpos hídricos por meio de produtos e subprodutos recicláveis gerados no processo de tratamento de forma que haja um desenvolvimento sustentável, podem trazer além da garantia de uma reserva hídrica e um fim mais nobre a matérias reciclados, o desenvolvimento da região incorporado a minoração de perdas em safras agrícolas consequentemente redução

da pobreza e migração campo cidade, além do mais podendo promover um saneamento adequado, isso tudo pode-se resumir em: melhor qualidade de vida.

Em meio a todo esse contexto, temos a problemática do volume de água perdido por evaporação, na qual a Região Metropolitana de Fortaleza tem o seu fornecimento de água garantido através de um conjunto de mananciais, tendo como receptor final o açude Gavião, localizado no município de Pacatuba – CE, localizado no Estado do Ceará que fica região Nordeste do Brasil, está submetido a várias condições que apresenta o clima semiárido entre as quais tem-se a alto volume de água perdido por evaporação.

Será que técnicas de mitigação de evaporação utilizando material reciclado para o controle da evaporação, pode se enquadrar como uma alternativa para ampliar a oferta de água?

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Investigar eficiência de contenção da evaporação em mananciais superficiais, para o desenvolvimento de uma tecnologia social visando ampliação da oferta de água.

1.1.2 Objetivos específicos

- Levantar dados junto a estação meteorológica A305, localizada em Fortaleza-CE, a partir do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), visando a determinação da taxa de evaporação teórica nas proximidades de onde se deu os experimentos;
- Conceber, construir e instalar a tecnologia social de contenção da evaporação para mananciais superficiais; a partir de plataformas anti-evaporante de garrafas PET conjugado a um evaporímetros;
- Operar a tecnologia social de contenção da evaporação para mananciais superficiais, a partir do uso de plataformas anti-evaporante de garrafas PET em

evaporímetros, e o não uso da plataforma anti-evaporante de garrafas PET em evaporímetros, servindo como parâmetro de comparação;

- Coletar dados das lâminas evaporadas, durante o período de experimentos, com o uso da tecnologia social de contenção da evaporação; a partir do uso de plataformas anti-evaporante de garrafas PET e o não uso da plataforma anti-evaporante de garrafas PET;

- Coletar dados físico-químicos da água de estudo avaliando a influência das perdas por evaporação verificadas diariamente, durante o período de experimentos, com o uso da tecnologia social de contenção da evaporação; a partir do uso de plataformas anti-evaporante de garrafas PET e, o não uso da plataforma anti-evaporante de garrafas PET;

- Estimar o volume evaporado para o açude Gavião, a partir da aplicação do método de Penman, considerando a evapotranspiração potencial (ETP) diária e aplicando o método de evaporação experimental a partir do uso de plataformas anti-evaporante de garrafas PET e o não uso da plataforma anti-evaporante de garrafas PET.

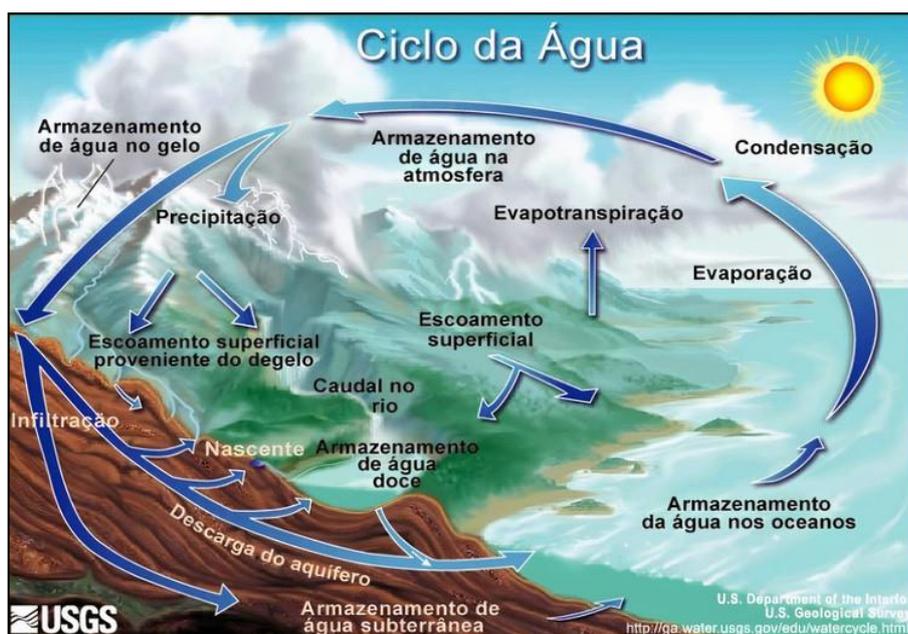
2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A água no Planeta Terra

A água presente no Planeta está em constante transformação de estados físicos e circulação isso devido ao ciclo hidrológico, o volume de água existente na Terra é praticamente invariável há centenas de milhões de anos, o que muda é a distribuição espacial e temporal (RIBEIRO e ROLIM, 2017; HIPÓLITO E VAZ, 2013).

Conforme Bertoni e Tucci (2015), tais transformações de estados físicos da água devem-se ao ciclo hidrológico, no qual podemos defini-lo como uma contínua dinâmica da água na hidrosfera entre a atmosfera, a água do solo, águas superficiais, subterrâneas e das plantas, onde a água que se encontra no estado líquido em lagos, rios e oceanos evapora devido a pressão e temperatura atmosférica depois retornam como precipitações onde pela condensação do vapor de água do ar precipitam diretamente na terra ou no mar conforme mostra a Figura 2. Na mesma concepção Rebouças (2015), acrescenta que o Planeta Terra é o único corpo do universo que até então é conhecido onde a água ocorre simultaneamente nos três estados físicos fundamentais: sólido ou gelo, líquido e gasoso ou vapor.

Figura 2 – Ciclo hidrológico ou ciclo da água



Fonte: United States Geological Survey (USGS, 2006).

Conforme as pesquisas de Reis (2013), e Brito *et al.* (2007), os autores apresentam que o planeta terra mesmo contendo 2/3 de sua superfície coberta por água apenas uma pequena parcela dela é de água doce, pois cerca de 97,5% dessa água é salgada e encontra-se nos mares, oceanos e lagos (não potável) e apenas 2,5% é água doce.

Em seu trabalho Von Sperling (2006), destaca que uma situação que tem provocado imprecisão na análise dos estoques hídricos existentes no Planeta Terra é a correta concepção de água salgada e água oceânica, apenas aparentemente similares, na qual água salgada em nosso planeta não é encontrada apenas nos oceanos, mas também em lagos (como por exemplo nos grandes lagos Cáspio e Aral) e em lençóis de água subterrânea.

Destacam em suas pesquisas os autores Bertoni e Tucci (2015) e Ferreira *et al.* (2008), que a maior parcela de água doce é de difícil acesso e aproveitamento para utilização, pois, encontram-se em regiões polares (geleiras) e aquíferos subterrâneos, em outros termos, essa parcela de água de difícil acesso representa cerca de 2,493%. E o percentual remanescente de 0,007% de água doce disponível que se enquadra como de fácil acesso, onde é adequada para utilização humana é encontrada nas mais diversas formas de uso, encontra-se em lagos, rios e reservatórios.

Conforme Gomes (2012), o volume de água doce presente no Planeta Terra está avaliado em 34,6 milhões de km³ (ref. 1km³ corresponde a 1 trilhão de litros), no entanto somente cerca de 30,2% (10,5 milhões de km³ – água doce subterrânea, rios, lagos, pântanos, umidade do solo e vapor na atmosfera) podem ser consumidos para a vida vegetal e animal nas terras emersas. O excedente, cerca de 69,8% (24,1 milhões de km³) localiza-se em calotas polares, geleiras e solos gelados.

Como mostrado na Figura 3, para Bertoni e Tucci (2015) e Ferreira *et al.* (2008), observa-se que a disponibilidade de água no Planeta Terra nas seguintes distinções: água salgada em lagos e nos oceanos apresentam 97,5%, água doce (difícil acesso) 2,493% e água doce (fácil acesso) 0,007%. E que para ONU (2010), a água doce de fácil acesso pode ser estratificada em: aquíferos, chuvas, lagos naturais, reservatórios e rios conforme mostra a Figura 4.

Figura 3 – Gráfico da distribuição de água no mundo



Fonte: adaptado de Ferreira *et al.* (2008).

Figura 4 – Gráfico da disposição de água doce acessível no Planeta



Fonte: adaptado de UN Water (2010).

Ainda segundo Bertoni e Tucci (2015) e Ferreira *et al.* (2008), por mais que seja de conhecimento geral, vale ressaltar que apenas 0,007% da água doce do planeta pode ser utilizada diretamente para o consumo, portanto de fácil acesso a este recurso fundamental para a existência e sobrevivência das espécies e que estamos longe de possuir um manejo adequado de nossas fontes de água doce.

Com o crescimento urbano, a expansão industrial e aumento populacional, geram o aumento na demanda por alimentos e energia e conseqüentemente, as

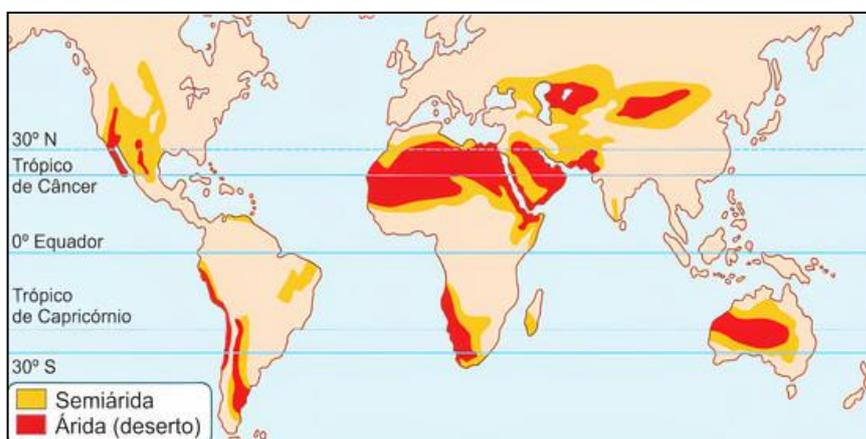
hidrelétricas e indústrias do setor agrícola principalmente o setor agrícola, tem um consumo de água demasiado (GOMES, 2012).

Além dos aspectos quantitativos, a qualidade da água tem grande relevância para a manutenção da vida no planeta Terra. A água potável é um recurso essencial para a vida humana, um bem renovável, porém limitado, segundo a ONU (2019), aproximadamente 2,2 bilhões de pessoas no mundo não têm serviços de água potável gerenciados de forma segura, o que representa um em cada três habitantes do planeta não tem água potável, e cerca de 4,2 bilhões de pessoas não têm acesso a esgotamento sanitário seguro, o que infere em uma estrutura adequada de saneamento básico e higiene.

2.2 Zonas Áridas e Semiáridas

Devido à irregularidade das chuvas, baixos índices pluviométricos e o alto volume de evaporação e evapotranspiração, grande parte das regiões áridas e semiáridas enfrentam um problema já crônico de falta de água, o que gera obstáculos ao desenvolvimento das atividades agrárias e agropecuárias. (MARENGO *et al.*, 2011). Na mesma linha de raciocínio para Oliveira *et al.* (2010), as regiões, climaticamente, definidas como áridas e semiáridas, representam aproximadamente 48 milhões de km², distribuídas em 2/3 dos países do mundo conforme mostra a Figura 5, nas regiões áridas e semiáridas vive uma população estimada em 630 milhões de pessoas.

Figura 5 – Regiões Áridas e Semiáridas no mundo



Fonte: SALGADO-LABOURIAL, M. L. História ecológica da Terra 1994.

As zonas áridas ou também caracterizadas como desertos possuem várias definições, uma delas menciona que para regiões áridas é o suprimento insuficiente de água na qual suas precipitações apresentam-se bastante inferiores ao valor anual mediano em todo o planeta, também tem sua umidade contabilizada em valores bem abaixo que a média mundial (RZEDOWSKI, 1968). Na mesma linha de pensamento os autores Trewartha (1954), Thornthwaite (1948) e Meigs (1953), afirmam que as zonas áridas possuem por sua vez, uma característica um tanto peculiar, na qual sua evaporação potencial é bastante elevada, onde a quantidade de água precipitada é inferior ao volume que é evaporado ao longo do ano.

Segundo o Instituto Nacional do Semiárido (INSA 2011) e Zanella (2014), as regiões semiáridas também não são muito diferentes das regiões áridas em relação a deficiência de precipitações pluviométricas, são zonas que nas quais encontram-se com níveis de chuvas bem abaixo do médio anual em todo o mundo, onde essas zonas encontram-se em um intervalo de precipitações que fica acima do volume das zonas áridas e abaixo do volume médio mundial.

Aumentos de temperatura relacionadas à variação de clima consequente do aquecimento global, independente do que possa vir a ocorrer com as precipitações pluviométricas, já seriam suficientes para causar maior evaporação aos lagos, açudes, reservatórios e a majoração da evapotranspiração das plantas (MARENGO *et al.*, 2011).

Para Perez-Marin *et al.* (2013), todo esse aumento de temperaturas e mudanças de clima vem acarretado uma minoração considerável na precipitação e com isso uma escassez de água íntegra em diversas zonas áridas e semiáridas do Planeta, provocando e/ou amplificando a desertificação, processo irreversível, pois toda característica da terra de manter a vida sucumbe.

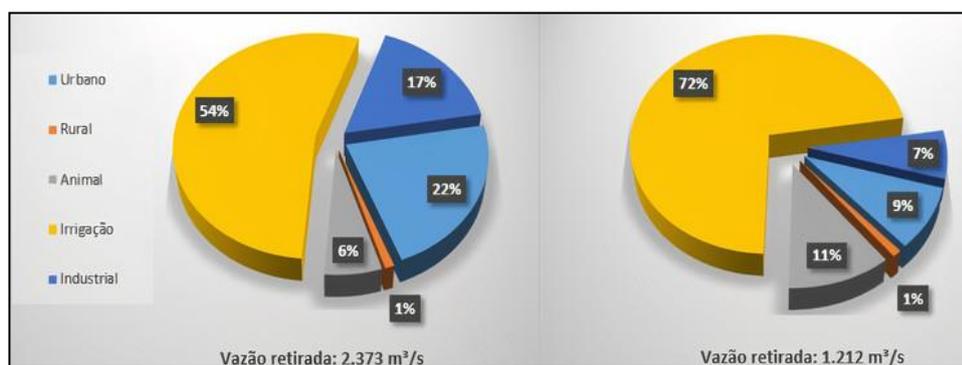
2.3 A água no Brasil

O Brasil é um país privilegiado no que diz respeito à quantidade de água, tem a maior reserva de água doce do Planeta. Em termos globais estima-se que o país possua cerca de 12% da disponibilidade de água doce do planeta e 28% da disponibilidade nas Américas (ANA, 2019). Ainda acrescentando dados Segundo

Silva (2012), O Brasil possui ainda, em uma parcela de seu território, o maior estoque de água doce subterrânea, o Aquífero Guarani, com 1,2 milhões de km².

Conforme a ANA (2012), das demandas hídricas por tipo de uso, tendo como 2010 o ano base. A maior vazão de retirada foi para o emprego na irrigação, 1.270 m³ /s, correspondente a 54%, em segundo lugar está a retirada de água para fins de abastecimento humano urbano, cuja vazão de retirada foi de 522 m³ /s, compondo 22% do total. Com relação à vazão efetivamente consumida, 72% correspondem à demanda de irrigação, seguida da utilização para suprimento animal (11%), abastecimento urbano (9%), abastecimento industrial (7%) e abastecimento rural (1%). Percebe-se que há uma grande ineficiência no sistema, pois a vazão retirada é de 2.373 m³ /s e a vazão consumida é de 1.212 m³ /s, ou seja, é utilizado apenas 51% da vazão de retirada, conforme apresentado na Figura 6.

Figura 6 – Gráfico da estimativa das utilizações por tipo de uso



Fonte: Adaptado de Agencia Nacional da Águas (ANA, 2012).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), o Brasil tem uma área de 8.514.876 km² e uma população estimada de 211 milhões de habitantes. Seguindo a mesma linha de pensamento para Rebouças (2015), o Brasil abrange cerca de quase 48% de todo o território da América do Sul e ocupa a quinta posição em relação a extensão territorial e quanto a população.

Com toda essa extensão territorial o Brasil comporta 12 regiões hidrográficas conforme mostrado na Figura 7, na qual para a divisão das mesmas considerou-se a estratificação da Divisão Hidrográfica Nacional, instituída pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), que divide o País em doze regiões hidrográficas, cada uma delas subdividida em bacias e sub-bacias hidrográficas com

características naturais, sociais e econômicas similares, sendo: Amazônica, Tocantins-Araguaia, Atlântico NE Ocidental, Parnaíba, Atlântico NE Oriental, São Francisco, Atlântico Leste, Atlântico Sudeste, Paraná, Paraguai, Uruguai e Atlântico Sul.

Figura 7 – Regiões hidrográficas do Brasil



Fonte: Conjuntura Recursos Hídricos do Brasil (2019).

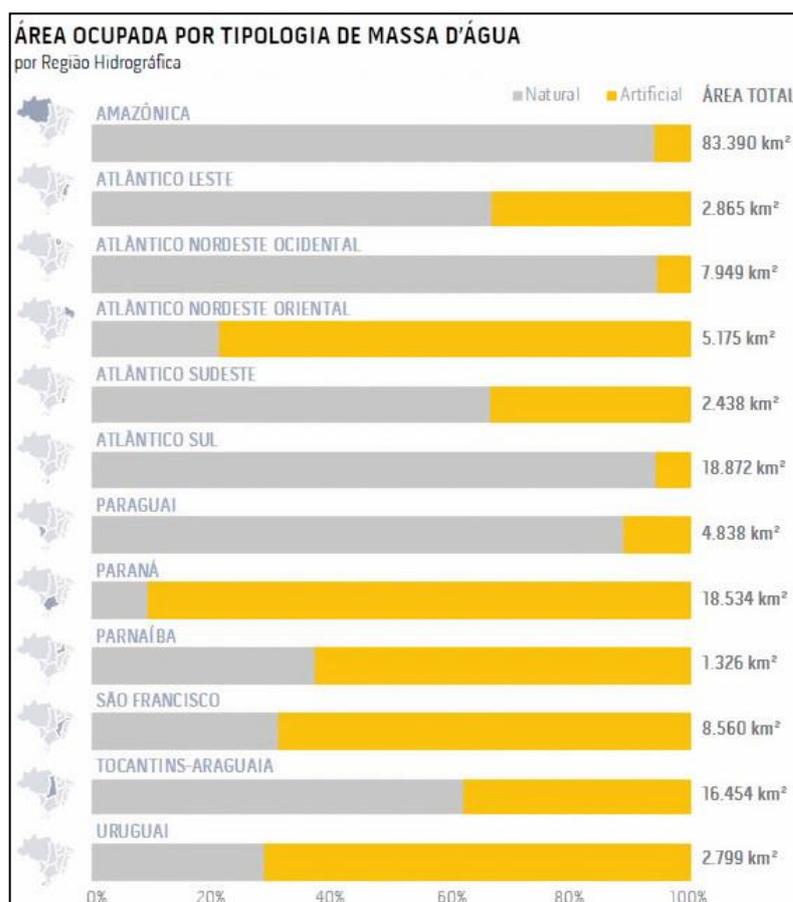
Gomes (2011) aponta distribuição de água doce não é equilibrada. Na região Norte onde está situado o rio Amazonas, rio com maior volume d'água do globo, sendo considerado um corpo hídrico essencial para o planeta.

Conforme ANA (2019), a região Norte concentra aproximadamente 80% da quantidade de água disponível, mas representa apenas 5% da população brasileira. Já as regiões próximas ao Oceano Atlântico possuem mais de 45% da população, porém, menos de 3% dos recursos hídricos do país.

Ainda segundo ANA (2019), A precipitação média anual do Brasil é de 1.760 mm, mas por causa das suas dimensões continentais, o total anual de chuva varia de menos de 500 mm na região semiárida do Nordeste, a mais de 3.000 mm na região Amazônica. Na mesma linha para Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH, 2019), aponta que a estimativa de disponibilidade hídrica superficial no Brasil seja em torno de 78.600 m³/s ou 30% da vazão média, sendo que 65.617 m³/s correspondem à contribuição da bacia amazônica ao total do País.

No País existem massas d'água naturais e artificiais conforme mostra a Figura 8, na qual podemos classificar essas massas conforme as Regiões Hidrográficas, os reservatórios artificiais e barragens são intervenções realizadas pelo homem com a finalidade de armazenar água para diversas finalidades de uso (ANA, 2019).

Figura 8 – Área ocupada por tipologia de massa d'água



Fonte: Conjuntura Recursos Hídricos do Brasil, (2019).

Os aquíferos contribuem para que boa parte dos rios brasileiros sejam perenes, ou seja, não sequem no período da estiagem. Por serem relativamente abundantes, compondo uma parcela significativa da água potável utilizada para consumo humano, agricultura e outros fins, o acompanhamento das condições das águas subterrâneas é muito importante (ANA, 2019).

Segundo Carvalho (2018), a água subterrânea desempenha importante papel no desenvolvimento socioeconômico do Brasil, de modo que exerce um papel

estratégico em tempos de mudanças climáticas principalmente por que esses aquíferos podem fornecer água por longos períodos, mesmo em secas severas.

De acordo Zoby e Matos (2014), a água subterrânea vem sendo utilizada desde o início da colonização do país, onde eram captadas através de cacimbões ou poços rasos.

Ainda Segundo Zoby e Matos (2014), No Brasil, cerca 15,6 % dos domicílios fazem o uso exclusivamente de água subterrânea de poços ou nascentes, 77,8 % possuem rede de abastecimento de água e 6,6 % usam outras formas de abastecimento. É relevante salientar que entre os 77,8% de domicílios que possuem rede de abastecimento de água uma parcela considerável usa água subterrânea que está conectada ao sistema de abastecimento de água da população.

2.4 O Semiárido brasileiro

Em suas pesquisas o autores Zanella (2014) e Marengo *et al.* (2011), destacam que o Nordeste Brasileiro está historicamente ligado a seca, falta de água, onde tais consequências geradas pela escassez de água apresentam-se de diferentes formas, seja pela perda de safras agrícolas, falta de água para a população, falta de saneamento, pobreza ou pela consequente migração das áreas afetadas, tais efeitos sempre estiveram ligados ao semiárido, o desafio que se apresenta para o Brasil é discutir como o semiárido com sua fragilidade ambiental e social ira procurara alternativas para preservação e da valorização dos seus recursos naturais.

Segundo o Pacto das Águas (CEARÁ, 2008) e Zanella (2014), o semiárido cearense é uma região que apresenta secas prolongadas históricas, que por sua vez, vai desde a falta de precipitação, deficiência de umidade no solo agrícola, quebra de produção agropecuária até impactos sociais e econômicos negativos em geral, ou seja, identificação de áreas de secas em função de causas e efeitos com diversos níveis de abrangência.

Com níveis de precipitações médias anuais baixíssimas em relação às outras regiões do Brasil, o Nordeste brasileiro tem níveis que variam com menos de 500mm, (ANA, 2019). Seguindo a mesma linha de raciocínio para Marengo *et al.* (2011), grande parte da região enfrenta um problema já crônico, de falta de água, na

qual causam obstáculos ao desenvolvimento das atividades agrárias e agropecuárias da região e conseqüentemente no país.

Conforme a SUDENE (2017), o SAB está delimitado pelos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe, e o Sudeste, sendo representado por Minas Gerais. Na mesma lógica segundo a INSA (2011), está situado no Norte da região Nordeste a maior parte do semiárido, com período chuvoso ocorre entre os meses de fevereiro a maio. Esta região se destaca por ter a maior incidência de secas. O período de seca ocorre, na maior parte da região, em meio aos meses de agosto a outubro.

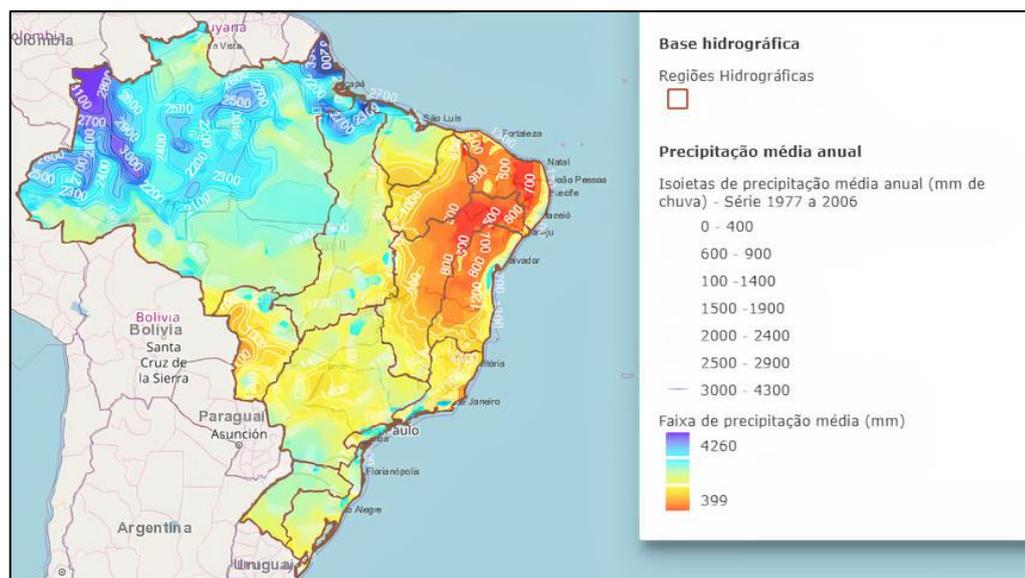
De acordo com o IBGE (2018), o SAB tem uma extensão territorial com total de 982.563,3 km². Desse total, 89,5% encontra-se na região Nordeste cobrindo a maioria dos estados, com exceção de Maranhão e Minas Gerais, situado na região Sudeste, que possui os 10,5% restante da região.

Para Giselle Utida (2019), o SAB classifica-se, como uma das regiões mais vulneráveis às mudanças climáticas na América do Sul. Segundo a autora, durante as últimas décadas, o SAB sofreu uma drástica redução na precipitação, causando a expansão da desertificação mais rapidamente do que em qualquer outro lugar do continente.

Em seu trabalho Brito *et al.* (2007), afirma que uma das principais características da região é uma alta sazonalidade no regime de precipitação pluviométrica que ocorrem em na quadra chuvosa. Na mesma linha de raciocínio Zanella (2014), aponta que o SAB pode ser considerado uns dos mais chuvosos da Terra, na qual contem regiões que podem ter as suas precipitações pluviométricas contabilizadas em uma média anual de 750mm, porém também compreende regiões que não ultrapassam o total de 400mm anuais, conforme mostra a Figura 9.

Em seu trabalho Brito *et al.* (2007), afirma que uma das principais características da região é uma alta sazonalidade no regime de precipitação pluviométrica que ocorrem em na quadra chuvosa. Na mesma linha de raciocínio Zanella (2014), aponta que o SAB pode ser considerado uns dos mais chuvosos da Terra, na qual contem regiões que podem ter as suas precipitações pluviométricas contabilizadas em uma média anual de 750mm, porém também compreende regiões que não ultrapassam o total de 400mm anuais, conforme mostra a Figura 9.

Figura 9 – Média de precipitações nas regiões brasileiras



Fonte: Agencia Nacional da Águas (ANA, 2019).

Pode-se observar na Figura 9 que parte do estado do Ceará está localizado umas das áreas mais críticas em relação a precipitação, que segundo a FUNCEME (2018), o Estado do Ceará possui uma média anual de precipitação de 800,60 mm e, entre o período de 2010 a 2017 apenas no ano de 2011 houve uma precipitação acima da média, com 1034,50 mm observados, e entres os anos de 2012 a 2017, o Ceará teve uma média de 434,80 mm, representando que, para 1 ano de chuva, tem-se 6 anos de seca. Para enfrentar os longos períodos de estiagem, há a necessidade de estudar e implementar tecnologias que permitam a reutilização de água.

Destacado pela INSA (2011), não só o Estado do Ceará mais todo SAB sofre um constante risco de desertificação na qual está ligado as variações climáticas que tal região está sujeita. Na qual o autor Perez-Marin *et al.* (2013), define a desertificação como um problema de dimensões globais que afeta as regiões de clima árido, semiárido e subúmido seco da Terra, resultante de vários fatores que envolvem variações climáticas e atividades humanas.

Ainda segundo o autor Perez-Marin *et al.* (2013), atualmente uma área maior do que o Estado do Ceará foi atingida pela desertificação de forma grave ou muito grave. São 200.000 km² de terras degradadas no SAB. Literalmente, essas áreas em muitos locais estão inadequadas para a agricultura. O total de área atingida

pelo fenômeno alcança, aproximadamente, 600.000 km² cerca de 1/3 de todo o território nordestino.

2.5 Condições climáticas do Semiárido Brasileiro

O semiárido brasileiro é a região mais vulnerável aos efeitos das mudanças climáticas, uma vez que é caracterizada por elevadas médias anuais de temperatura (27°C) e evaporação (2.000 mm, aproximadamente), com precipitações pluviométricas médias de 800 mm ao ano, concentradas em três a cinco meses e irregularmente distribuídas no tempo e no espaço, (DELAZERI e CUNHA, 2015); (ANA, 2017). De acordo com a INSA (2014), o solo predominante desta região é raso e rochoso e combinado com um balanço hídrico negativo em grande parte do ano, resulta em secas periódicas e de grandes proporções. Ainda conforme Delazeri e Cunha (2015), a dificuldade de acesso à água é resultado principalmente das condições climáticas desfavoráveis, como baixo índice pluviométrico, altas temperaturas e consequente elevada taxa de evapotranspiração.

De acordo com O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2014) e Marengo (2011), a identificação e caracterização climática de uma região depende de diferentes e inúmeros elementos, como temperatura do ar, umidade e pressão, que podem ser influenciados pelos fatores geográficos como o tipo de relevo, a altitude e sua continentalidade. A temperatura do ar, juntamente com a precipitação, são duas das variáveis mais relevantes nesse tipo de estudo, uma vez que interferem diretamente nas atividades humanas.

A região Semiárida Brasileira pode ser caracterizada de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger (PEEL; FINLAYSON; MCMAHON, 2007) conforme mostra nos Quadros 1, 2, 3 e 4, na qual os padrões climáticos estão divididos em 5 grandes grupos e diversos tipos e subtipos de clima. Cada clima é caracterizado por um conjunto variável de letras, com 2 ou 3 caracteres.

Quadro 1– Classificação do clima de acordo com Köppen-Geiger.

Classificação climática de Köppen-Geiger									
	Temperatura do ar			Precipitação					
	T	F	M	S	W	f	m	w	s
A	-	-	-	-	-	Equatorial Af	Monções Am	Savana chuva de inverno As	Savana chuva de verão Aw
B	-	-	-	Espárido BS	Desértico BW	-	-	-	-
C	-	-	-	-	-	Subtropical Cfa, Oceânico Cfb	-	Pampeano Cwa, Csb	Mediterrânico Csa, Csb
D	-	-	-	-	-	Continental Dfa, Dfb, Subártico Dfc, Dfd	-	Uriano Dwa	-
E	Tundra ET	Polar EF	Alpino EM	-	-	-	-	-	-

Fonte: Adaptado de University of Melbourne (2020).

Quadro 2 – Classificação da primeira letra de acordo com Köppen-Geiger.

Código	Tipo	Descrição
A	Clima tropical	<ul style="list-style-type: none"> * Climas megatérmicos * Temperatura média do mês frio > 18°C * Estação invernal ausente * Forte precipitação anual (precipitação superior à evapotranspiração potencial anual)
B	Clima árido	<ul style="list-style-type: none"> * Climas secos (precipitações anuais inferiores a 500mm) * Evapotranspiração potencial anual superior a precipitação anual * não existem cursos de água permanentes
C	Clima temperado ou Clima temperado quente	<ul style="list-style-type: none"> * Climas mesotérmicos * Temperatura média do ar dos 3 meses mais frios compreendidas entre -3°C e 18°C * Temperatura média do mês mais quente > 10°C * Estações de verão e inverno bem definidas
D	Clima continental ou Clima temperado frio	<ul style="list-style-type: none"> * Climas microtérmicos * Temperatura média do ar no mês mais frio < -3°C * Temperatura média do ar no mês mais quente > 10°C * Estações de verão e inverno bem definidas
E	Clima glacial	<ul style="list-style-type: none"> * Climas polares e de alta montanha * Temperatura média do ar no mês mais quente < 10°C * Estação de verão pouco definida ou inexistente

Fonte: Adaptado de University of Melbourne (2020).

A primeira letra é responsável por classificar geral do clima na região. O Nordeste brasileiro, por exemplo, é classificado com a letra “B” que representa os climas áridos no mundo.

- Letra “B” - Clima árido
 - Clima secos (precipitação anual inferior a 500mm)
 - Evapotranspiração potencial anual superior a precipitação anual
 - Não existe cursos de água permanentes

Quadro 3 – Segunda letra da classificação de Köppen-Geiger.

Código	Descrição	Aplica-se ao grupo
S	* Clima das estepes * Precipitação anual total média compreendida entre 380mm e 760mm	B
W	* Clima desértico * Precipitação anual total média < 250mm	B
f	* Clima húmido * Ocorrência de precipitação em todos meses do ano * Inexistência de estação seca definida	A-C-D
w	* Chuvas de verão	A-C-D
s	* Chuvas de inverno	A-C-D
w'	* Chuvas de verão - outono	A-C-D
s'	* Chuvas de inverno - outono	A-C-D
m	* Clima de monção * Precipitação total anual média > 1500mm * Precipitação do mês mais seco < 60mm	A
T	* Temperatura média do ar no mês mais quente compreendida entre 0 e 10°C	E
F	* Temperatura média do mês mais quente < 0°C	E
M	* Precipitação abundante * Inverno pouco rigoroso	E

Fonte: Adaptado de University of Melbourne (2020).

A segunda letra apresenta o significado estabelecendo o tipo de clima dentro do grupo, e indicando as particularidades do regime pluviométrico; podendo ser minúscula ou maiúscula denotando a quantidade da precipitação total anual ou a temperatura média anual do ar.

- Letra “S”
 - Clima das estepes
 - Precipitação anual total média compreendida entre 380mm e 760mm

Quadro 4 – Terceira letra da classificação de Köppen-Geiger.

Código	Descrição	Aplica-se aos grupos
a: Verão quente	* Temperatura média do ar no mês mais quente > 22°C	C-D
b: Verão temperado	* Temperatura média do ar no mês mais quente < 22°C * Temperatura média no ar nos 4 meses mais quentes > 10°C	C-D
c: Verão curto e fresco	* Temperatura média no ar no mês mais quente < 22°C * Temperatura média do ar > 10°C durante menos e 4 meses * Temperatura média do ar no mês mais frio > 38°C	C-D
d: Inverno muito frio	* Temperatura média do ar no mês mais frio > 18°C	D
h: seco e quente	* Temperatura média anual do ar > 18°C * Deserto ou semideserto quente (temperatura anual média do ar igual ou superior a 18°C)	B
k: seco e frio	* Temperatura média anual do ar > 18°C * Deserto ou semideserto quente (temperatura anual média do ar inferior a 18°C)	B

Fonte: Adaptado de University of Melbourne (2020).

A terceira letra da classificação sendo obrigatoriamente minúscula, denotando a temperatura média mensal do ar dos meses mais quentes ou a temperatura média anual do ar. Utiliza-se para distinguir climas com diferentes variações de temperatura do ar, definindo-se com ela subtipos para os climas dos grupos B, C, D.

- Letra “h” – Seco e Quente
 - Temperatura média anual do ar > 18° C
 - Deserto ou semideserto quente (temperatura anual média do ar igual ou superior a 18° C)

A caracterização do SAB segundo classificação climática de Köppen-Geiger: “BSh” clima semiárido quente (o clima é classificado como árido, de

precipitações anuais inferiores a 760 mm e temperatura anual superior a 18°C, caracterizando clima deserto ou semideserto.)

Conforme Lacerda *et al.* (2015) e Santos *et al.* (2011), em meio aos impactos da mudança do clima, provocado pelo aquecimento global, o SAB deve ser uma das regiões mais afetadas principalmente no que diz respeito ao aumento de áreas desérticas devido ao aumento da temperatura e a redução pluviométrica, a perda de cobertura vegetal, decorrente do desmatamento ou do superpastejo, pode contribuir para agravar este cenário, fato esse que têm provocado inúmeras discussões, inclusive sobre a necessidade de mudança de hábitos pelas futuras gerações.

2.6 Desertificação

O processo de desertificação do solo é complexo na qual é induzido por interações multifacetadas que incluem vários fatores (SUN *et al.*, 2019). Na maioria dos casos, resulta de processos interativos tais como escassez e variabilidade interanual das precipitações, posição em baixa latitude que expõe a região à intensa radiação solar, solos litólicos e ventos quentes e secos estimuladores da evaporação, entre outros, e que tendem a se agravar por ações antrópicas (CONTI, 2005). As atividades humanas também são uma causa vital do processo de desertificação (JIANG *et al.*, 2019). Onde o processo de desertificação é um problema de âmbito global, que afeta as regiões de clima árido, semiárido e sub-úmido seco da Terra (FRANÇA *et al.*, 2017; LUSTOSA *et al.*, 2015).

De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU), aponta que 33% dos solos do mundo estão degradados, destacando que erosão, salinização, compactação, acidificação e contaminação estão entre os principais problemas causadores dessa degradação. Contudo, na América Latina a situação é muito preocupante, pois, cerca de 50 % dos solos locais sofrem algum tipo de degradação. No Brasil, a erosão, a perda de carbono orgânico e o desequilíbrio de nutrientes são os principais problemas (FAO, 2015).

Nas Áreas Susceptíveis à Desertificação, que envolve os 9 Estados do Nordeste, e parte de Minas Gerais e do Espírito Santo nas áreas Semiáridas, Subúmidas Secas e em Áreas do Entorno nas quais a razão entre a precipitação anual

e evapotranspiração potencial está compreendida entre 0,05 e 0,65. As áreas mais críticas estão nos Núcleos de Desertificação Gilbués, Serido, Irauçuba e Cabrobo (MMA, 2020).

De acordo com MMA (2020), as Área Susceptível à Desertificação englobam uma área aproxima de 1.340.863 km² (16% do território brasileiro), que se distribuem em 1.488 municípios (27% do total de municípios), onde afeta cerca de 31.663.671 habitantes (17% da população brasileira).

Em seus estudos Tomasella *et al.* (2018), aponta que no Brasil, após cinco séculos de ocupação desordenada, o semiárido brasileiro foi degradado pelo manejo inadequado do solo, sendo que as terras áridas são frequentemente afetadas pela erosão acelerada do solo, degradação e desertificação, sobretudo quando associados a perdas de cobertura vegetal.

Com a perda de grandes áreas de vegetação causada pela desertificação, a temperatura dos solos aumenta bastante, o que pode prejudicar o restabelecimento da vegetação. Isto devido à temperatura do solo afetar diretamente a umidade, aeração, estrutura, microrganismos, a taxa de decomposição dos resíduos vegetais e a quantidade de nutrientes disponíveis para as plantas, tornando-se um dos fatores primordiais para o crescimento das espécies vegetais (SOUZA; MACÊDO; SILVA, 2015).

Entre as consequências que podem ser observadas nas áreas atingidas pela desertificação destacam-se: a perda da estrutura do solo (areias, argilas); a perda da matéria orgânica e dos nutrientes da camada superficial do solo; a diminuição de sua água útil; a perda da biodiversidade; o aumento de secas edáficas, da salinização, das taxas de erosão e assoreamento e, inclusive, agravamento dos problemas sociais (PIMENTEL, 2013; OLIVEIRA, 2015; CGEE, 2016).

2.7 Evaporação

De acordo com Rodrigues (2017) e Andrade (2019), denomina por evaporação o processo de transição da água no estado líquido para estado gasoso a qualquer temperatura inferior ao ponto de ebulição, esta transição de fase ocorre principalmente na superfície do globo, através dos oceanos, dos mares interiores, dos lagos, dos rios e dos solos.

Ainda conforme Rodrigues (2017), define-se evaporação potencial e a quantidade de água transferida para atmosfera devido a pressão de vapor e as condições climáticas.

Para Andrade (2019), Rodrigues (2017) e Francisco *et al.* (2015), a evapotranspiração é o fenômeno combinado simultaneamente de evaporação a partir da água na superfície do solo e dos seres vivos (nomeadamente as plantas) e de transpiração através da superfície dos seres vivos. Ainda segundo os autores Andrade (2019), Rodrigues (2017) e Francisco *et al.* (2015), a evapotranspiração potencial é a quantidade de água que poderá passar para a atmosfera, diretamente e/ou através das plantas, se a humidade existente no solo estiver sempre disponível em quantidade suficiente, isto é, se não houver deficiência de alimentação em água para o referido processo

Para Wurbs e Ayala (2014) e Benzaghta (2014), a evaporação e evapotranspiração variam de uma região para a outra, devido às diferenças climáticas (temperatura do ar, velocidade do vento, radiação solar, umidade relativa, precipitação e pressão atmosférica). Ainda na mesma linha de pensamento Beltrame e Tucci (2015), afirmam que tal mudança de estado físico consome $585.g^{-1}$ à $25^{\circ}C$.

A elevação da temperatura do ar influencia favoravelmente na totalidade da evaporação, pois permite que uma maior proporção de vapor de água esteja presente no mesmo volume de ar, quando é atingido o grau de saturação deste. Os ventos são responsáveis pela reiteração do ar superior a superfície evaporante. Contudo, existe um limite superior da evaporação, em velocidade, da ação dos mesmos (BELTRAME & TUCCI, 2015).

Em seu trabalho Oliveira (2017), aponta que tais perda de volume de água devido a evaporação e evapotranspiração impactam diretamente os reservatórios artificiais, principalmente os reservatórios superficiais, na qual é de grande interesse para a sociedade, pois afeta a confiabilidade do atendimento do abastecimento humano, além da geração de energia, pecuária, agricultura e indústria que dependem de água para seus processos.

Quadro 5– Sensibilidade de cada método.

MODELOS	INDICE DE SENSIBILIDADE			
	INSOLAÇÃO	TEMPERATURA	PRECIPITAÇÃO	VELOCIDADE DO VENTO
PENMAN	0,3	0,61	-	0,27
LINACRE	-	0,47	0,08	0,26
KOHR ET AL.	0,48	0,56	-	0,24
THORNTHWAITE	-	20,48	-	-
CRLE	0,51	0,64	-	-

Fonte: Adaptado de Vieira (2016).

Em seu trabalho Vieira (2016), obteve o grau de sensibilidade para cada método estudado. Ainda segundo o autor, o mesmo procedimento de cálculo descrito em seu trabalho para o modelo de Penman (1948), também é observado em outros trabalhos como Bertoni e Tucci (2015) e Zolá (2019).

2.7.1 Evaporímetros

Evaporímetros são recipientes, abastecidos com água, usados para medir a evaporação que se processa na superfície líquida que delimitam. Fundamentam-se na aplicação do princípio da conservação da massa à água neles armazenada. Na prática, a medida da evaporação consiste em determinar a variação de nível (em mm) que a superfície líquida experimentou em um dado intervalo de tempo (AGOSTINHO, 2007).

2.7.2 Redução da evaporação

Conforme Oliveira *et al.* (2019), as zonas com clima semiárido, tem sofrido progressivamente devido aos altos índices de evaporação que apresentam, tais índices propiciam grandes perdas para a região. Na mesma linha de raciocínio Suassuna (2002), aponta em seu trabalho que o SAB engloba cerca de 70 mil açudes de pequeno porte (com volumes entre 10.000 e 200.000 m³) que representam 80% dos corpos hídricos artificiais da região Nordeste, colocando-a entre as maiores acumuladoras de água em reservatórios artificiais do mundo, e estima-se que cerca de 40% das águas acumuladas nestes reservatórios é perdida por evaporação, diante

de tamanhas perdas, percebe-se a relevância da análise acerca da efetivação de técnicas que possibilitem minimizar as perdas evaporativas em reservatórios artificiais, de pequeno, médio e de grande porte, em regiões semiáridas.

Em seus estudos Helfer *et al.* (2010) e Youssef e Khodzinskaya (2019), apontam que a evaporação da água é um processo que depende da velocidade do vento e do gradiente de umidade entre a superfície da água e o ar acima. O gradiente de umidade é determinado pela secura do ar e pela temperatura.

Esforços para desenvolvimento de técnicas de mitigação de evaporação em reservatórios afim de reduzir a perda de água por evaporação começaram na década de 1960, usando filmes moleculares de monocamada como uma barreira impermeável para a superfície da água. Desde então, muitos métodos que fornecem um melhor controle das perdas por evaporação foram desenvolvidos. Entre essas técnicas, métodos físicos, como coberturas flutuantes ou coberturas suspensas na atmosfera. Outras técnicas ainda estão sendo desenvolvidas, reavaliadas e implantadas para proteger a água dos processos de evaporação, a fim de assegurar o recurso natural em benefício das futuras gerações (SCHOUTEN *et al.*, 2012; YOUSSEF e KHODZINSKAYA, 2019).

Para Oliveira *et al.* (2019), estudos científicos comprovaram que a adoção de algumas técnicas, a saber: quebra-ventos, corpos artificiais flutuantes, plantas aquáticas, painéis flutuantes de energia fotovoltaica, filmes monomoleculares e armazenamento subterrâneo surgem como mais uma alternativa capaz de maximizar a oferta hídrica nessas regiões.

Entretendo Rêgo (2018), aponta em seu trabalho que tais métodos de mitigação de evaporação variam conforme o porte do reservatório. Ainda conforme Rêgo (2018), para pequenos reservatórios, os mecanismos flutuantes podem ser úteis e eficazes. Porém, para grandes corpos hídricos, o custo para cobertura da superfície com flutuadores é inviável. Além disso, no caso de reservatórios com transbordamentos, existe também o perigo da perda dos flutuadores pelo vertedouro ou através de canais. As coberturas flutuantes são, portanto, de utilidade limitada em corpos hídricos maiores, visto que não se pode ser empregado em qualquer reservatório aberto.

2.8 Tecnologias de redução da evaporação

Diversos métodos foram testados e desenvolvidos em todo o mundo para redução e controle da perda de água pelo processo de evaporação, tais tecnologias consistem principalmente na redução dos efeitos dos principais parâmetros do processo evaporativo, vento e radiação solar, a utilização de técnicas visando a minoração da evaporação em corpos hídricos superficiais não é algo recente, a literatura científica está permeada de descrições de uma gama de experimentos buscando atingir este propósito (YOUSSEF E KHODZINSKAYA, 2019).

Em seu trabalho Agostinho (2007) e Oliveira *et al.* (2019), apontam que estes métodos utilizam: quebra-ventos; corpos artificiais flutuantes na superfície; plantas aquáticas de folhas flutuantes na superfície; painéis de energia fotovoltaica flutuantes; filmes monomoleculares de álcoois gordurosos e armazenamento subterrâneo. Os mecanismos acima citados diferenciam-se, na forma, como interferem na dinâmica da evaporação.

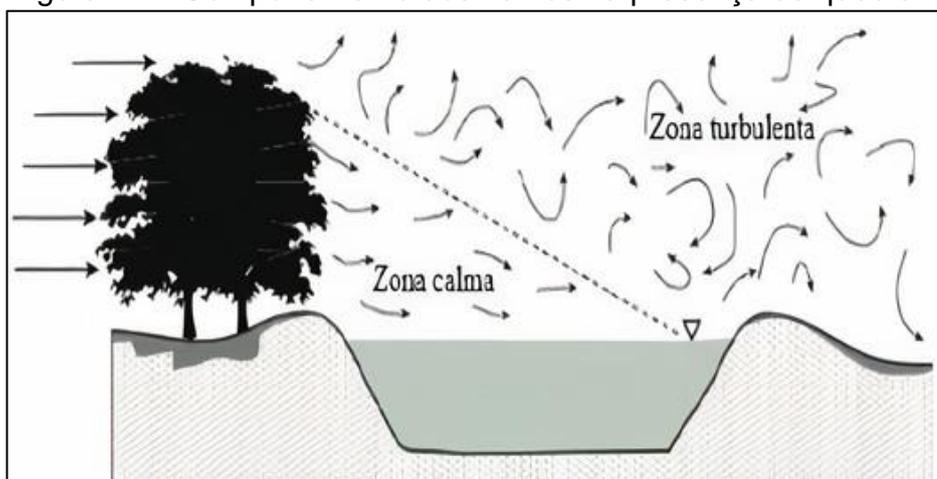
De acordo com Monfared *et al.* (2019), um dos métodos físicos para controle de evaporação para regiões tenham ventos com altas velocidades são os quebra-ventos conforme mostra a Figura 10, na qual são estruturas utilizadas para o controle dos ventos, tais estruturas podem ser barreiras artificiais ou cinturões de árvores protetoras, que atuam na mudança de velocidade, direção dos ventos e na turbulência do ar conforme mostra a Figura 11.

Figura 10 – Plantio de árvores representando quebra-ventos



Fonte: Okuno (2014).

Figura 11 – Comportamento dos ventos na presença de quebra-ventos



Fonte: adaptado de Helfer *et al.* (2010).

Ainda segundo Monfared *et al.* (2019), a eficiência dos quebra-ventos está restrita a três fatores importantes: altura, porosidade e direção do vento, sendo que entre esses três fatores a altura é a mais importante pois o comprimento da área a ser protegida na frente e atrás do quebra-vento está ligada diretamente a esse fator. A porosidade está relacionada com a razão entre a área de espaços vazios em toda barreira de quebra-vento, na qual esse fator evita a turbulência do ar. Se um quebra-vento sólido for usado, a velocidade mínima do vento se moverá em direção ao quebra-vento e o fluxo de ar passará por ele.

Em seus estudos Malandrino *et al.* (2015), aponta outro método para redução de evaporação por meio de corpos artificiais flutuantes na superfície da água, tal método consiste no intuito da redução da incidência do vento e pressão atmosférica e radiação solar. Os materiais mais utilizados são: placas de isopor, bolas de polietileno, telas de nylon, painéis flutuantes de geração de energia solar. A redução da evaporação por este método está ligada a área coberta pelas bolas conforme mostra a Figura 12.

Figura 12 – “Bolas de Sombras” instaladas no reservatório de Los Angeles



Fonte: adaptado de Malandrino *et al.* (2015).

Em Israel o método de utilização de “bolas de sombra” também conhecidas como NeoTop Water System conforme mostra a Figura 13, vem sendo utilizado e aprimorado desde de 2011 pela Companhia Nacional de Água de Israel, a Mekorot, na qual as bolas desenvolvidas no País não reduzem a evaporação só entre 66-94% mais também são eficazes na redução da proliferação de algas que afetam a qualidade da água, além disso elas são capazes de reduzir a temperatura da superfície da água de 4-6°C (MALANDRINO *et al.*, 2015).

Figura 13 – “Bolas de Sombra” NeoTop Water System



Fonte: adaptado de Malandrino *et al.* (2015).

De acordo com Oliveira *et al.* (2019) uma outra técnica a ser analisada na qual é proposta o emprego de plantas aquáticas de folhas flutuantes sobre o espelho d'água do reservatório (Figura 14) com a finalidade de reduzir a influência do vento e da radiação solar no processo de evaporação. As espécies comumente empregadas são: *Nymphaea alba*, *Nymphoides peltata* e *Jussiaea* (*Ludwigia natans*). Na mesma linha de pensamento em seu trabalho Silans (2003), aponta que estas espécies apresentam características positivas para a redução da evaporação, pois tais plantas flutuam na superfície assim reduzindo a superfície evaporativa, são brilhosas, que é uma condição essencial para a reflexão da radiação solar.

Figura 14 – Plantas aquática flutuante



Fonte: Verdi (2012).

Na utilização dessa técnica a vantagem está no seu baixo custo, pois se utiliza de espécies bem conhecidas e resistentes nas mais variadas condições de clima, e entre suas desvantagens estão a baixa eficiência de aproximadamente de 18% na redução de evaporação e a alteração das características da água (MARINHO *et al.*, 2015; SILANS, 2003).

Uma outra opção de tecnologia para redução da evaporação em reservatórios é por meio do espalhamento de filmes monomoleculares de álcoois gordurosos que atuam aumentando a tensão superficial da água, reduzindo a difusão molecular e a área de superfície líquida exposta ao sol e ao vento o que reduz assim a evaporação (AGOSTINHO, 2007). Na mesma linha de raciocínio, Oliveira *et al.* (2019) complementa afirmando que este material é relativamente insípido, inodoro e

permite a passagem do oxigênio e do dióxido de carbono, não apresentando toxicidade para os seres vivos.

De acordo com Saggai *et al.* (2014), o hexadecanol apresenta uma peculiaridade devido à dupla polaridade de sua molécula, em uma extremidade a molécula é hidrofílica e, por conseguinte, apresenta uma grande afinidade de atração com a água, enquanto que a outra extremidade é hidrofóbica e possui repulsão com as moléculas de água. Pode-se observar uma região mais “lisa” na superfície do reservatório é nessa região que o filme monomolecular hexadecanol está espalhado Conforme mostra a Figura 15.

Figura 15 – Uso de filmes moleculares em reservatório



Fonte: Craig *et al.* (2007).

Em seu trabalho Agostinho (2007), mostrou que a aplicação de filmes monomoleculares como o hexadecanol mostrou-se uma ferramenta importante e relativamente eficiente para minoração e controle de volumes d’água perdidos por evaporação em reservatórios superficiais, no qual os níveis de redução do volume evaporação chegaram a 40%.

Uma nova tecnologia que começou a ganhar destaque no mundo em 2011 foi a instalação de painéis fotovoltaicos sobre superfícies aquáticas ou também conhecidas como usinas de geração de energia solar flutuantes, essas são dispostas sobre os espelhos d’água dos reservatórios e que apresentam uma inovação tecnológica de dupla vantagem, na medida em que seus painéis solares reduzem a

evaporação da água nos lagos as estruturas convertem a energia fotovoltaica em energia elétrica, sendo considerada uma fonte alternativa não poluente. Dentre as vantagens do uso dos sistemas fotovoltaicos flutuantes incluem a possibilidade de redução da evaporação da água em reservatórios e a diminuição no crescimento de algas devido à redução na quantidade de luz do sol dentro do corpo d'água (NULÊTO, 2017; PORTO, 2018). Ainda seguindo o mesmo pensamento de acordo com o sugerido por SAHU *et al.* (2015), a taxa de redução de evaporação para sistemas fotovoltaicos do tipo flutuante pode apresentar reduções na evaporação em até 50%.

Figura 16 – Uso de filmes moleculares em reservatório



Fonte: Hartzell (2016).

3 METODOLOGIA

Nesse capítulo será abordada a metodologia da pesquisa, onde mostrara o desenvolvimento do método científico utilizado no trabalho. Mostra-se, portanto, o delineamento e as classificações do tipo de pesquisa e os critérios utilizados, bem como os métodos de levantamento e análise de dados.

3.1 Delineamento da pesquisa

As pesquisas podem ser classificadas quanto a sua natureza, abordagem do problema, objetivos, e de acordo com os procedimentos técnicos (KÖCHE, 2016).

A presente pesquisa pode ser classificada quanto à natureza como básica, pois tem o objetivo de gerar conhecimentos para a ciência sem que estes tenham uma aplicação prática prevista (SILVA E MENEZES, 2005). Quanto à abordagem, pode ser classificada como qualitativa e quantitativa. Qualitativa pois, por sua vez, é aquela responsável por ser definida como uma ferramenta de pesquisa que preza pela realização de uma investigação voltada aos aspectos qualitativos de uma determinada questão e quantitativa porque ela tem como principal objetivo a verificação estatística de uma hipótese a partir de dados concretos e quantificáveis, isto é, por meio de números (KÖCHE, 2016; COOPER E SCHINDLER, 2016).

Para os autores Mascarenhas (2012) e Gil (2002), tem-se quanto ao objetivo geral uma classificação da pesquisa como descritiva, pois realiza-se o estudo, a análise, o registro e a interpretação dos fatos do mundo físico sem a interferência do pesquisador, a finalidade da pesquisa descritiva é observar, registrar e analisar os fenômenos ou sistemas técnicos, sem, contudo, entrar no mérito dos conteúdos.

Então, a pesquisa descritiva é um método em que o pesquisador visa apenas registrar e descrever os fatos que serão observados, sem que haja interferências dele na pesquisa. Conclui-se que a pesquisa descritiva, ao examinar uma problemática, avalia e descreve todas as características intrínsecas relacionadas a pesquisa (GIL, 2010; COLLIS; HUSSEY, 2005).

A pesquisa trata-se de um experimento pois a manipulação na quantidade e qualidade das variáveis proporciona o estudo da relação entre causas e efeitos do fenômeno, podendo-se controlar e avaliar os resultados dessas relações,

proporcionam estudos profundos que permitem o amplo e detalhado conhecimento sobre o experimento (PRODANOV; FREITAS, 2013; MASCARENHAS, 2012).

De acordo com Kerlinger (1980) um experimento é um estudo no qual uma ou mais variáveis independentes são manipuladas e no qual a influência de todas ou quase todas as variáveis relevantes possíveis não pertinentes ao problema da investigação é reduzida ao mínimo. A principal característica dos experimentos está na manipulação, em que há uma tentativa deliberada e controlada de produzir efeitos diferentes por meio de diferentes manipulações.

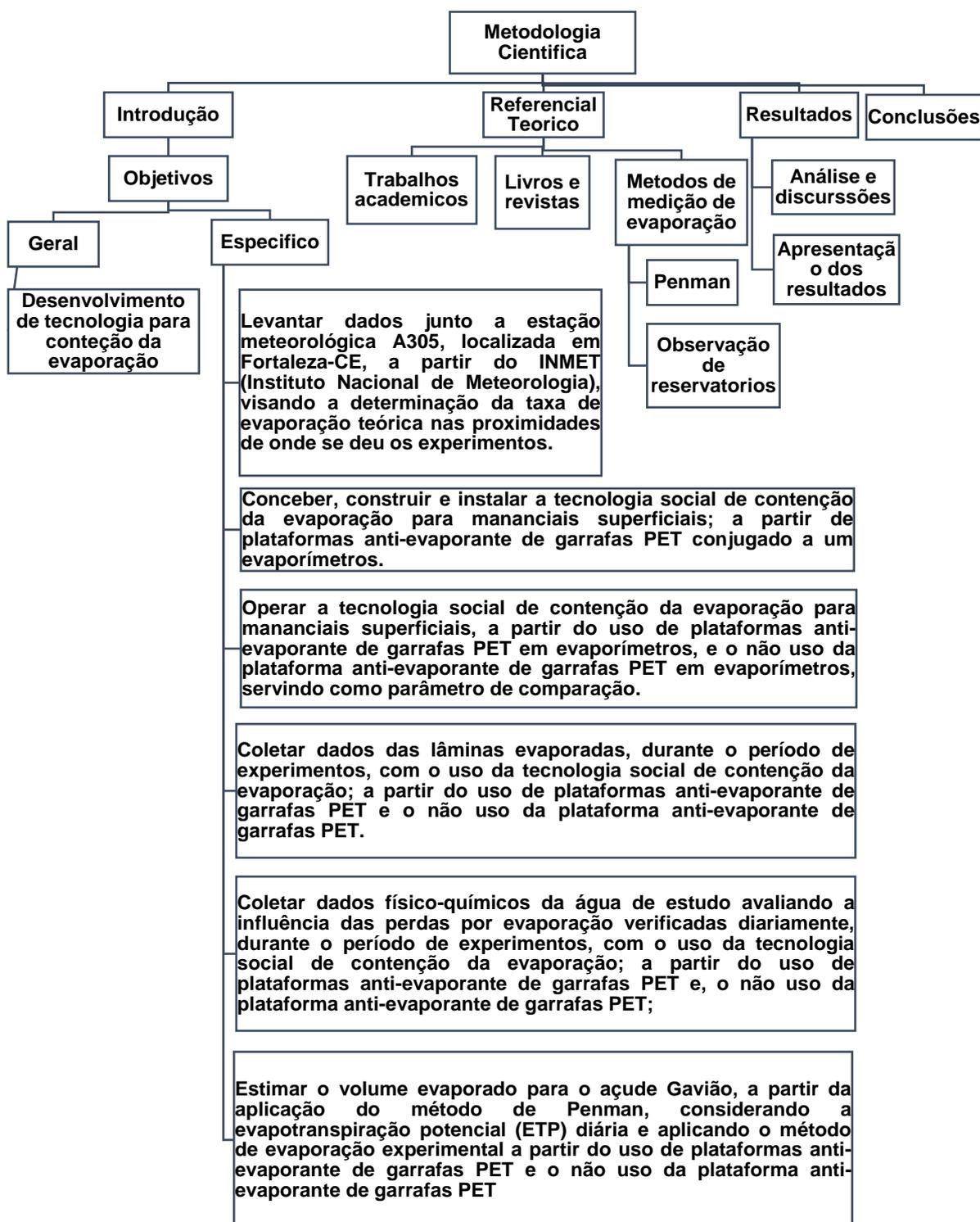
Em relação aos procedimentos a pesquisa é caracterizada como uma revisão bibliográfica, tendo como fonte: artigos, livros, monografias, dissertações de mestrados, entrevistas em revistas especializadas, arquivos virtuais, bem como livros de literatura especializada dentre outros recursos disponíveis. No primeiro momento, foi feita toda a pesquisa e coleta de informações literárias de forma a possibilitar um maior esclarecimento e entendimento do assunto em questão, mostrar conceitos relacionados a qualidade, disponibilidade e disposição da água, classificação dos tipos de clima, perdas de volume de água pelo fenômeno de evaporação e a utilização de mecanismos alternativos no controle da evaporação de reservatórios superficiais.

Após definidas as classificações da presente pesquisa, é preciso expressar como desenvolveu-se o trabalho de pesquisa, descrevendo os métodos e etapas demandados para a obtenção dos resultados almejados.

3.2 Método de trabalho

O método científico é um conjunto de operações ou etapas que um pesquisador de empregar na sondagem e apuração tais operações devem seguir uma sequência lógica e organizada, para estudar os fenômenos (PRODANOV; FREITAS, 2013). Desse modo o método de trabalho é composto pelo emprego de atividades que possibilitam alcançar os objetivos indicados, em outras palavras, é a explicação do percurso a ser seguido, de modo a alcançar os resultados (PRODANOV; FREITAS, 2013). Desse modo devem-se determinar os passos essenciais para que o objetivo principal seja atingido na pesquisa. No propósito de simplificar a visualização desses passos, foi criado um fluxograma que ilustra a sequência de etapas que compõem o método de trabalho.

Figura 17 – Fluxograma



Fonte: Autor (2020).

3.3 Local de estudo

A Região Metropolitana de Fortaleza tem o seu fornecimento de água garantido através de um conjunto de mananciais, tendo como receptor final o açude Gavião conforme mostra a Figura 18, localizado no município de Pacatuba – CE, com as seguintes coordenadas de seus vértices: 1) $03^{\circ}54'16.85''\text{S}$ e $038^{\circ}34'53.83''\text{W}$; 2) $03^{\circ}54'35.94''\text{S}$ e $038^{\circ}33'04.57''\text{W}$ e; 3) $03^{\circ}56'57.65''\text{S}$ e $038^{\circ}34'44.22''\text{W}$.

Figura 18 – Açude Gavião



Fonte: Jornal O POVO (2018).

A partir da localização do açude Gavião, foi selecionado o local da área experimental onde serão realizados os estudos, tal localidade situa-se em uma propriedade privada, conforme mostra a Figura 19, um sítio situado no município de Itaitinga – CE, fazendo fronteira com o município de Fortaleza-CE. Sua localização geográfica é de latitude $3^{\circ}54'51.91''\text{S}$ e longitude de $38^{\circ}32'41.00''\text{O}$. No entanto, mesmo que a tecnologia social de contenção da evaporação não esteja sendo desenvolvida no semiárido, seu objetivo de aplicação é para o semiárido.

Figura 19 – Local de Estudo

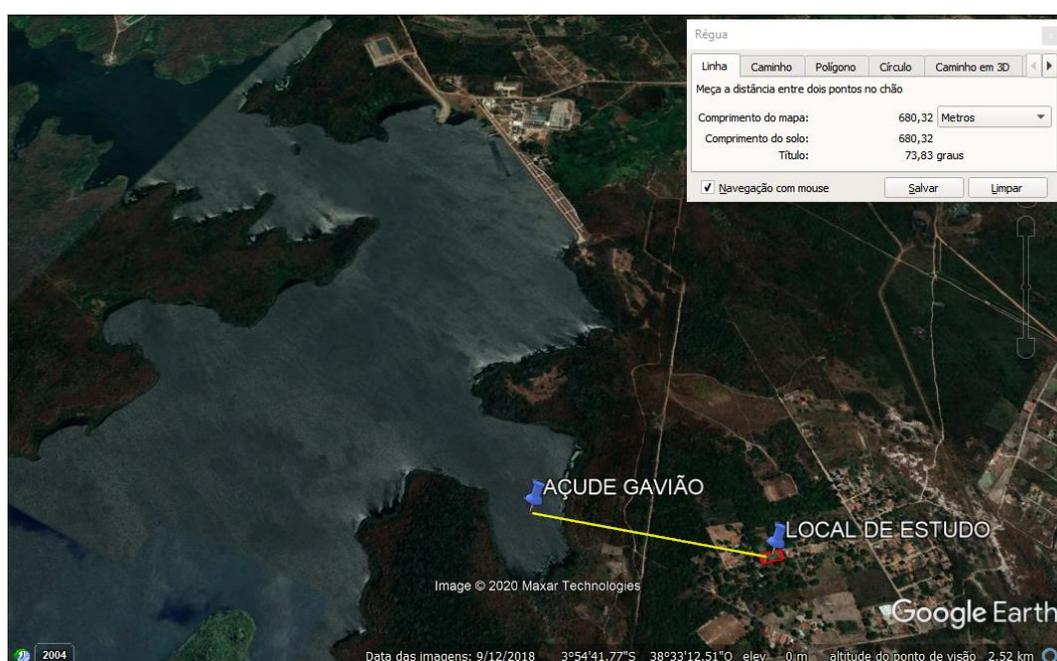


Fonte: Google Earth (2020).

3.3.1 Análise de proximidade com o açude de abastecimento da cidade

A escolha desse local se deu pelo fato da proximidade com o Açude onde a média distância, entre o açude e o de realização da referida pesquisa, é de 680,32 metros, A Figura 20 apresenta uma vista obtida pelo Google Earth, onde é possível perceber a proximidade entre o Açude Gavião e o local de realização dos experimentos.

Figura 20 – Distância entre o açude Gavião e o local de estudo de caso



Fonte: Google Earth (2020).

3.3.2 Escolha da estação de meteorológica

A obtenção de dados meteorológicos, do tipo: temperatura, pressão, umidade, vento e radiação, optou-se pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET 2020), a partir da estação localizada na cidade de Fortaleza-CE identificada como FORTALEZA (A305) conforme mostra a Figura 21.

Figura 21 – Estação Meteorológica FORTALEZA (A305)



Fonte: INMET (2020).

A escolha foi realizada pelo fato da citada estação meteorológica está nas imediações do açude Gavião e tem sua localização geográfica de latitude de -3.815701° S, longitude de -38.537792° O e altitude de 29,55 metros em relação ao nível do mar. Localizada a uma distância de 11 km do local de estudo e a 11,6 km do açude Gavião, a mesma é a estação meteorológica mais próxima do Açude Gavião.

3.4 Critério de escolha do período do ano a ser aplicado o estudo

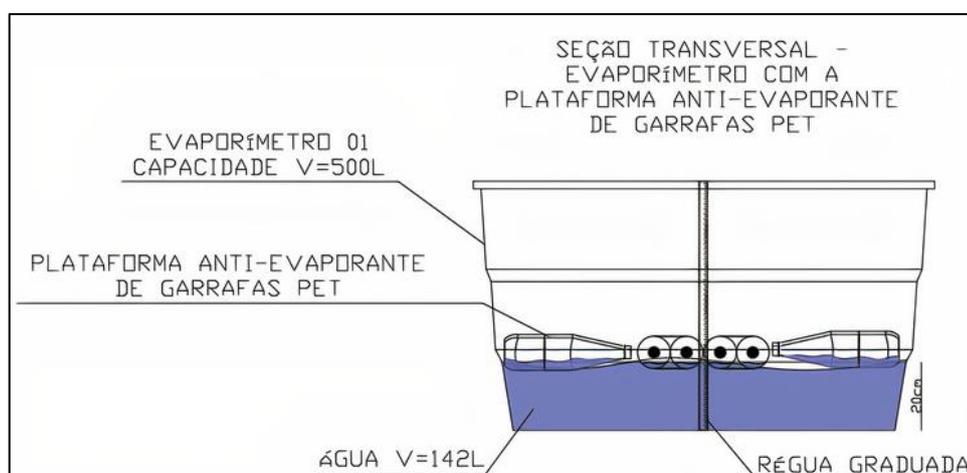
Para a escolha do período do mês mais significativo para a aplicação da pesquisa, foi levado em consideração a análise do mês que mais apresentou estiagem, dos últimos 3 anos, a partir das médias volumétricas de precipitação destes períodos estudados.

A partir de dados obtidos de pluviosidade para o local de estudo, será selecionado o mês de menor volume pluviométrico do período de estiagem. O critério de menor volume de precipitação é representativo, como o período mais crítico em termo de recarga dos mananciais e ação intensa da insolação provocando a evapotranspiração. Os dados estudados apresentam o perfil da temperatura, pressão, umidade, vento e radiação, e fazem referência a um período de 15 dias, sendo iniciadas as coletas em 01 de outubro de 2020 e concluída em 15 de outubro de 2020.

3.5 Concepção, montagem e instalações do experimento

Na Figura 22 está apresentado um esboço do evaporímetro 01 que foi utilizado para aferir a eficiência da barreira, construída com garrafas PET, na evaporação da água contida no evaporímetro (caixa d'água). Foi construído utilizando uma caixa d'água com capacidade de 500 L, está foi preenchida com 142 L de água de estudo (água do açude Gavião) para realização dos experimentos. Na lateral do evaporímetro (caixa d'água) foi instalada uma régua graduada com a finalidade de mensurar as variações de nível conforme o decorrer dos experimentos. A plataforma anti-evaporante (construída com garrafas PET) foi instalada na superfície da água de estudo para reduzir a ação da temperatura, pressão, umidade, vento e radiação.

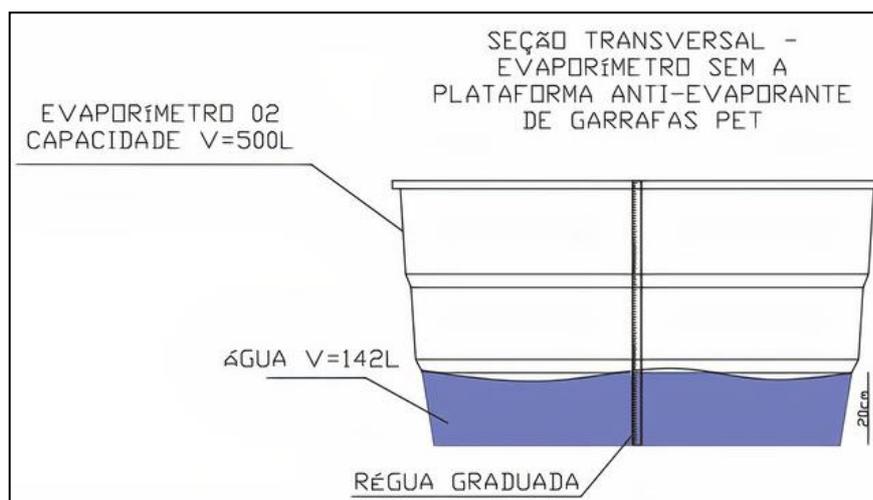
Figura 22 – Esboços do evaporímetro - 01 com as plataformas anti-evaporante de garrafa PET



Fonte: Autor (2020).

Na Figura 23 está apresentado um esboço do evaporímetro 02 que foi utilizado com finalidade de aferir a evaporação da água de estudo sem as plataformas anti- evaporante de garrafa PET. Para tal, foi utilizado uma caixa d'água com capacidade de 500L abastecida também com o mesmo volume de 142L do evaporímetro 01, com água bruta proveniente do açude Gavião. E na lateral do evaporímetro 2 foi instalada também uma régua graduada com a finalidade de mensurar as variações de nível conforme o decorrer dos experimentos. Nos evaporímetros 1 e 2, a superfície das águas de estudos adicionadas em seus interiores estiveram recebendo diretamente a ação da temperatura, pressão, umidade, vento e radiação. E as aferições foram realizadas pelas régua graduadas instaladas também nas laterais dos interiores de cada Evaporímetro.

Figura 23 – Esboço do evaporímetro – 02 sem as plataformas anti- evaporante de garrafa PET



Fonte: Autor (2020).

3.5.1 Evaporímetros

Evaporímetros são recipientes, abastecidos com água, usados para medir a evaporação que se processa na superfície líquida que delimitam. Fundamentam-se na aplicação do princípio da conservação da massa à água neles armazenada. Na prática, a medida da evaporação consiste em determinar a variação de nível (em mm) que a superfície líquida experimentou em um dado intervalo de tempo.

Para isso foram utilizadas 2 caixas d'água com capacidade de 500L FORTLEV conforme mostra a Figura 24 com as seguintes dimensões: diâmetro 0,95 m e profundidade de 0,72 m.

Figura 24 – Caixa d'água de polietileno



Fonte: Catalogo Fortlev (2020).

3.5.2 Plataforma anti-evaporante de garrafas PET

A plataforma anti-evaporante de garrafas PET (Polietileno tereftalato) atua provocando alterações em vários dos parâmetros associados ao fenômeno da evaporação, reduzindo as suas taxas. Assim, descrevem-se estes parâmetros, a forma como contribuem para a redução da evaporação.

- Radiação Solar

O aporte de radiação solar na superfície da água aumenta a energia cinética das moléculas de água, o que, além de aumentar a temperatura, contribui para um aumento do número de moléculas que se desprendem do conjunto, configurando aumento da taxa de evaporação. Deste modo, ao barrar e restringir a quantidade de radiação que consegue incidir sobre a água, a plataforma contribui para uma menor energia interna da água e menor evaporação.

- Velocidade do vento e pressão atmosférica

Ao incidir sobre a superfície d'água, o vento é responsável por impedir que moléculas de água vaporizadas se condensem na superfície, além de provocar o descolamento de uma parcela das moléculas de água, ocorrendo com maior facilidade em regiões onde a movimentação das camadas de ar é mais frequente. Assim, quanto

maior sua velocidade, menor é a condensação e maior é o volume de água que se desprende e vai para a atmosfera em forma de vapor.

A presença da plataforma faz com que a influência do vento sobre a água do manancial se reduza drasticamente, reduzindo assim também parte da evaporação natural do manancial. Por sua vez, a plataforma apresenta resistência a serem deslocadas pelo vento devido à presença do volume interno de água, que confere a ela a estabilidade necessária.

Além disso, a plataforma é responsável por dificultar a ascensão de vapores d'água, sendo que a barreira formada aumenta ligeiramente a pressão do ar e contribui para uma menor evaporação.

- Temperatura

Para uma dada temperatura, se não há vento (isto é, se o ar que cobre a superfície de evaporação não é constantemente trocado), a evaporação ocorre até que a pressão de vapor no ar atinja a pressão de vapor de saturação. Quando este equilíbrio é atingido, a evaporação cessa. Um acréscimo da temperatura global do sistema (água e ar) provoca o aumento da energia cinética das moléculas de água e conseqüentemente aumenta a pressão de vapor do corpo de água. Por outro lado, quanto mais quente o ar maior é a quantidade de vapor de água que pode ser “retido” por ele. Dessa forma, se não há aumento simultâneo da ventilação (considerando o efeito do aumento de temperatura isoladamente), a taxa de evaporação aumentará apenas nos primeiros instantes, até que o ar em torno da superfície incorpore água o suficiente para retomar a condição anterior de equilíbrio.

No caso, a plataforma é responsável por reduzir a temperatura superficial da água e a ventilação, o que é benéfico para seu funcionamento.

O uso de garrafas PET na plataforma se deu por ser um material que é reciclado de baixo custo, boa durabilidade e grande disponibilidade. Conforme ABIPET (2020), O Politereftalato de etileno – PET foi desenvolvido em 1941 pelos químicos ingleses, e trata-se de um material inerte, leve, e mais resistente plástico para fabricação de garrafas, frascos e embalagens para refrigerantes, águas, sucos, óleos comestíveis, medicamentos, cosméticos, produtos de higiene e limpeza, destilados, isotônicos, cervejas, entre vários outros. Ainda segundo o autor o PET possui ainda baixa absorção de água e boa resistência às forças de tração – sua

resistência é similar à do filme de alumínio o que proporciona alta resistência mecânica (impacto) e química, suportando o contato com agentes agressivos.

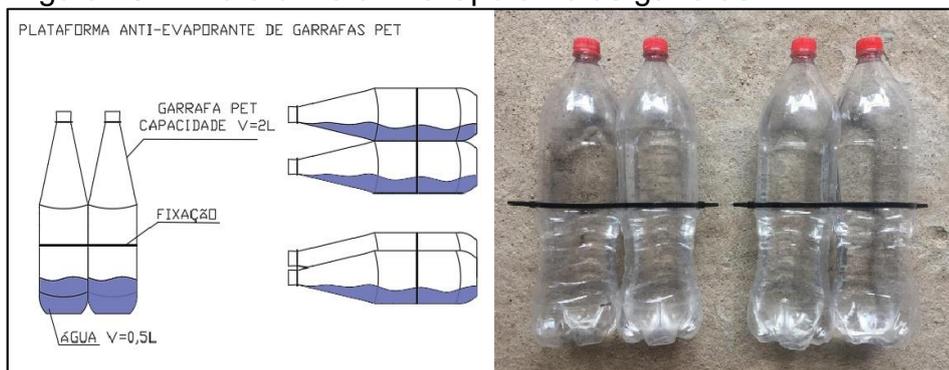
Conforme a ABIPET (2020), no Brasil, a principal aplicação do PET é na indústria de embalagens (71%), o segmento do mercado nacional da indústria alimentícia e de embalagens corresponde a 32% do mercado brasileiro de polímeros envolvendo diretamente o uso do PET para embalagens de bebidas carbonatadas, além disso, afirma que o Brasil consumiu cerca de 840 toneladas de PET no ano de 2016 e reciclando em média 51% do PET produzido.

Para técnica aplicada na montagem da plataforma anti-evaporante de garrafas PET, foi utilizado um total de 12 garrafas com volume conhecido de 2 L ou 2000cm³. As garrafas utilizadas apresentam a seguinte composição química: fibras têxteis (67%), embalagens processadas por injeção-sopro (24%), filmes biorientados (5%) e polímeros de engenharia (4%). O sucesso deste material deve-se à sua excelente relação entre as propriedades mecânicas, térmicas e o custo de produção (ABIPET, 2020).

Algumas das vantagens do PET em relação aos demais termoplásticos, que justificam sua grande e crescente utilização, são: excelente estabilidade térmica, facilidade de processamento, alta resistência química, alta estabilidade hidrolítica (devido à presença de anéis aromáticos), propriedades mecânicas atrativas a altas temperaturas, propriedades de barreira a gases, leveza, aparência nobre (brilho e transparência) e baixo custo de produção (GARCIA, 2007; ROMÃO *et al.*, 2009)

Nas garrafas foi disposta uma quantidade de água de 500ml da chuva e fixadas umas às outras em um arranjo de 2 garrafas conforme mostra a Figura 25. Foram utilizados 6 arranjos de plataforma com 2 garrafas, totalizando 12 garrafas no total, as mesmas serão dispostas sobre a superfície da água no evaporímetro cobrindo aproximadamente 60% da lâmina d'água. Tal quantidade pode variar de acordo com o tamanho do evaporímetro, a fixação entre as garrafas e o volume de água disposto dentro delas, se faz necessário para que as mesmas não sofram com a ação dos ventos, que as transportariam para fora do evaporímetro.

Figura 25 – Plataforma anti- evaporante de garrafas PET



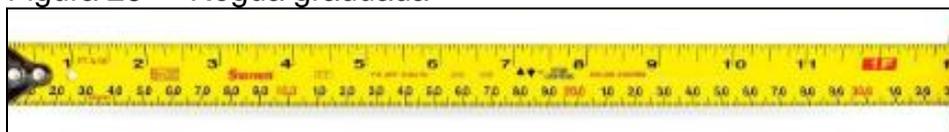
Fonte: Autor (2020).

Foram utilizadas garrafas PET de 2L transparentes da fabricante Mais Sabor para produção da plataforma anti- evaporante de garrafa PET. Tem-se como justificativa da escolha desse material o fato de que as garrafas PET são embalagens resistentes, flexíveis, baratas e com diversas aplicações, porém elas demoram décadas para se decompor, por conta desse grande intervalo para sua degradação e não ocorrência da destinação final adequada como a reciclagem acabam gerando impactos ambientais, desse ponto de vista se tem uma possível abertura para uma nova destinação final adequada.

3.5.3 Régua graduada

A régua graduada, conforme Figura 26, teve como finalidade mensurar o volume de água evaporado nos evaporímetros 1 e 2. Para o estudo foram utilizadas 2 réguas graduadas com o comprimento de 0,72m da marca *Starrett* produzidas em aço, na qual foram fixadas nas laterais internas dos evaporímetros 1 e 2.

Figura 26 - Régua graduada



Fonte: Starrett (2020).

3.6 Determinação da evaporação teórica

Foi utilizado um modelo matemático proposto por Penman para o cálculo da evaporação teórica, com os dados das variáveis meteorológicas de temperatura, umidade, vento e radiação, coletadas a partir da estação automática A-305, localizada na cidade de Fortaleza-CE e com dados disponíveis no site do INMET.

Os dados obtidos se referem ao período de 01/10/2020 a 15/10/2020, onde cada um destes dias foram calculadas as médias aplicando o modelo de Penman, descrito por Tucci (2015). Os valores da evaporação foram obtidos em termos de lâmina evaporada dados em mm/dia. O valor referente a radiação foi coletado em KJ/m² a partir do site do INMET, sendo necessário sua conversão para cal/cm².dia.

3.6.1 Modelo de Penman utilizado para cálculo da evaporação teórica

O modelo proposto por PENMAN *et al.* apud Vieira (2016), envolve duas considerações teóricas, de transferência de massa e do balanço de energia radiante, deste modo a equação da evaporação em reservatórios (mm/mês) e dada pela equação abaixo:

$$E_L = 86,4 \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} - \frac{Rn - G}{\gamma \rho} + \frac{\gamma}{\Delta + \lambda} 0,26(0,5 + 0,54u_2)(e_s - e_a) \quad (1)$$

Em que:

E_L - Evaporação no reservatório (mm por mês);

Δ - Declividade da curva de pressão de saturação de vapor (kPa °C⁻¹);

γ - Coeficiente psicrométrico (kPa °C⁻¹);

Rn - Saldo de radiação (W m⁻²);

G - Calor armazenado no curso d'água (W m⁻²);

λ - Calor latente de vaporização (MJ kg⁻¹);

ρ - Massa específica da água (kg m⁻³);

u_2 - Velocidade do vento tomada 2 m acima da superfície (m s⁻¹);

e_s - Pressão de saturação de vapor à temperatura do ar (mb), e

e_a - Pressão parcial de vapor (mb).

Para o cálculo da tensão superficial de vapor é utilizada a seguinte equação:

$$e_a = U \frac{e_s}{100} \quad (2)$$

Em que:

ea - Tensão parcial de vapor de água (Kpa);

U - Umidade relativa em (%);

es - Tensão de vapor saturado (Kpa)

A tensão de vapor saturado é obtida a partir da seguinte equação, com base na temperatura do ar.

$$es = 4,58 * 10^{\frac{7,5T}{237,3+T}} \quad (3)$$

Em que:

T - Temperatura (°c);

es - Tensão de vapor saturado (Kpa)

A Organização Meteorologia Mundial (OMM) apresenta na equação utilizada para cálculo da radiação efetiva:

$$\frac{qef}{L} = \frac{\left[G(1-a) - \sigma T^4 (0,56 - 0,09ea^2) (0,1 + 0,9p) \right]}{L} \quad (4)$$

Em que:

qef - Radiação efetiva (MJ/ (m² dia));

L = Calor latente por unidade de massa (cal/g);

G - Calor armazenado no curso d'água (W m⁻²);

O termo de evaporação das condições isométricas (Ei) fica definido pela seguinte equação:

$$Ei = 0,35 \left(0,5 + \frac{W2}{160} \right) (es - ea) \quad (5)$$

Em que:

$W2$ - Velocidade do vento a 2,00 metros de altura (m/s)

Derivando a equação (3), é obtida a equação (6):

$$\frac{\Delta}{\gamma} = \left[\frac{\left(38640 * 10^{\frac{7,5T}{237,3}} \right)}{237,3 + T^2} \right] \quad (6)$$

Em que:

γ - Parâmetro de Bowen, constante psicrométrica (0,66 mbares °C);

Δ - Declividade da curva de pressão de saturação de vapor (kPa °C⁻¹);

Por fim, a evaporação ($E0$) é calculada seguindo a seguinte equação:

$$E_0 = \frac{\left(\frac{\Delta}{\gamma} \frac{q_{ef}}{L} + E_i\right)}{\left(\frac{\Delta}{\gamma} + 1\right)} \quad (7)$$

Em que:

E_0 – Evaporação (mm/dia)

γ - Parâmetro de Bowen, constante psicrométrica (0,66 mbares °C);

Δ - Declividade da curva de pressão de saturação de vapor (kPa °C⁻¹);

q_{ef} - Radiação efetiva (MJ/ (m² dia));

O procedimento descrito é o denominado método de Penman, que se baseia no balanço de energia e nas características aerodinâmicas do processo, (BELTRAME; TUCCI, 2015) e (ZOLÁ, 2019).

3.7 Determinação da evaporação experimental

3.7.1 Coleta da água de estudo - açude Gavião

Foi instalado dois tambores de 200 L, conforme apresentado na Figura 27, em uma carroça para coletar a água no açude Gavião localizado a 680,32 metros do local de estudo. Com auxílio de dois baldes de 20 litros foi feito o abastecimento dos tambores e em seguida, esta água coletada foi utilizada para o abastecimento dos evaporímetros.

Figura 27 - Coleta da água no Açude Gavião



Fonte: Autor (2020).

3.7.2 Preparação para o experimento

Foram depositados 142 L da água de estudo proveniente do açude Gavião, conforme apresenta a Figura 28, resultando em um diâmetro superficial de 95 cm e perfazendo uma área de espelho d'água de 0,7 m² e altura da lâmina d'água de 160 mm.

No Evaporímetro 1, foi colocado sobre a superfície do espelho d'água as plataformas anti-evaporante de garrafa PET, conforme mostra a Figura 29. Estas plataformas anti-evaporante totalizaram uma cobertura de aproximadamente 60% do espelho d'água, e permaneceram assim durante os 15 dias de experimentos.

Figura 28 – Abastecimento dos evaporímetros 1 e 2 nos experimentos



Fonte: Autor (2020).

Figura 29 - Evaporímetro 2 utilizado nos experimentos com as plataformas anti-evaporante de garrafa PET



Fonte: Autor (2020).

3.7.3 Coleta de dados da lâmina d'água evaporada

Para as medições foram utilizadas réguas graduadas com comprimento de aproximadamente 70 cm e fixadas nas laterais internas de ambos os evaporímetros, como observado na Figura 29. As aferições de volume foram realizadas diariamente e no mesmo horário, as 17:00h.

Figura 30 – Régua graduada fixada no evaporímetro



Fonte: Autor (2020).

3.7.4 Coleta de amostras para análises físico-químicas

Nos mesmos períodos de 15 dias de experimento, a água de estudo que esteve sobre a ação da temperatura, pressão, umidade, vento e radiação, tanto no evaporímetro 1 como no 2, foram coletadas uma vez ao dia, em frascos do tipo Falcon de 50 mL para a realização de análises físico-químicas, quais sejam: Turbidez, pH, Condutividade e Teor de Sólidos dissolvidos. Para estas determinações foram utilizados os equipamentos

- Turbidez - valores medidos com turbidímetro de bancada, fabricado pela Hach Company, modelo 2100P. 87;

- pH - Potencial Hidrogeniônico – valores medidos através de potenciômetro fabricado pela Analion, modelo PM 608 e eletrodo combinado fabricado pela Analyser, modelo 2A13-FL;

- Condutividade e Teor de Sólidos dissolvidos - valores medidos com equipamento portátil, fabricado pela NEW TDS e EC meter, modelo A;

Os parâmetros físico-químicos foram determinados segundo metodologias recomendadas pela American Public Health Association (APHA, 2017). Estes parâmetros físico-químicos avaliados, serviram de base para aferir o impacto do processo evaporativo na qualidade da água, tendo como base as diretrizes dos padrões de potabilidade estabelecidos pelo Anexo XX da Portaria de Consolidação N° 5/2017, do Ministério da Saúde do Brasil (BRASIL, 2017).

3.8 Estimativa de evaporação do Açude Gavião.

De posse dos percentuais de evaporação teórica obtidos pelo modelo matemático proposto por Penman e do modelo experimental obtidas a partir da redução da lâmina de água dos evaporímetros 1 e 2. Foram aplicadas ao Açude Gavião afim mensurar as prováveis perdas de volume de água por evaporação. Em seguida foram comparados esses resultados obtidos.

4 RESULTADOS E DISCURSÕES

4.1 Resultado da evaporação teórica a partir dos dados da estação meteorológica A-305, localizada em Fortaleza-CE a partir do INMET.

Para a determinação da evaporação teórica, foi necessária a reunião de dados para o período de estudos. A Tabela 1 apresenta os valores médios para temperatura, umidade, velocidade do vento e radiação, obtidos no site do INMET provenientes da estação meteorológica A-305. Estes dados estão disponíveis no anexo A, e fazem referência ao período de 01/10/2020 a 15/10/2020, que abrange o mesmo período do experimento realizado.

De acordo com a Tabela proposta por Tucci (2015) e utilizando o método de Penman, foi determinado o valor de duração máxima de insolação diária em horas. Estes valores são referentes ao que é recebido pela atmosfera para o 15º dia de cada mês, entre as latitudes 10º N e 40º S, dado em cal/ cm².dia. Estes valores estão apresentados no Anexo B.

Ainda segundo Tucci (2015), o valor de insolação diária máxima pode ser substituído por valores tabelados propostos pelo autor quando não há dados referentes ao local estudado. Os valores de incidência solar local foram coletados a partir do site da FUNCEME. Adotou-se o valor de insolação diária máxima de 12,10 de acordo com a latitude do local de estudo e 9 horas para os valores de incidência solar local conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1 - Dados obtidos da estação A-305 e proposto por Tucci (2015) para o período de estudos, utilizados na determinação da evaporação teórica.

(continua)

Período de coleta	Temperatura média (°c)	Umidade (%)	Insolação diária máxima (h)	Incidência solar local (h)	Vento média (m/s)	Radiação (cal/cm ² .dia)
01/out	27,60	64,35	12,10	9	3,32	353,17
02/out	27,96	62,63	12,10	9	3,55	506,28
03/out	28,20	59,58	12,10	9	3,52	493,93
04/out	27,88	67,08	12,10	9	3,13	499,49
05/out	27,66	67,19	12,10	9	3,36	455,10
06/out	27,79	62,83	12,10	9	3,54	471,30

Tabela 1 - Dados obtidos da estação A-305 e proposto por Tucci (2015) para o período de estudos, utilizados na determinação da evaporação teórica.

(conclusão)

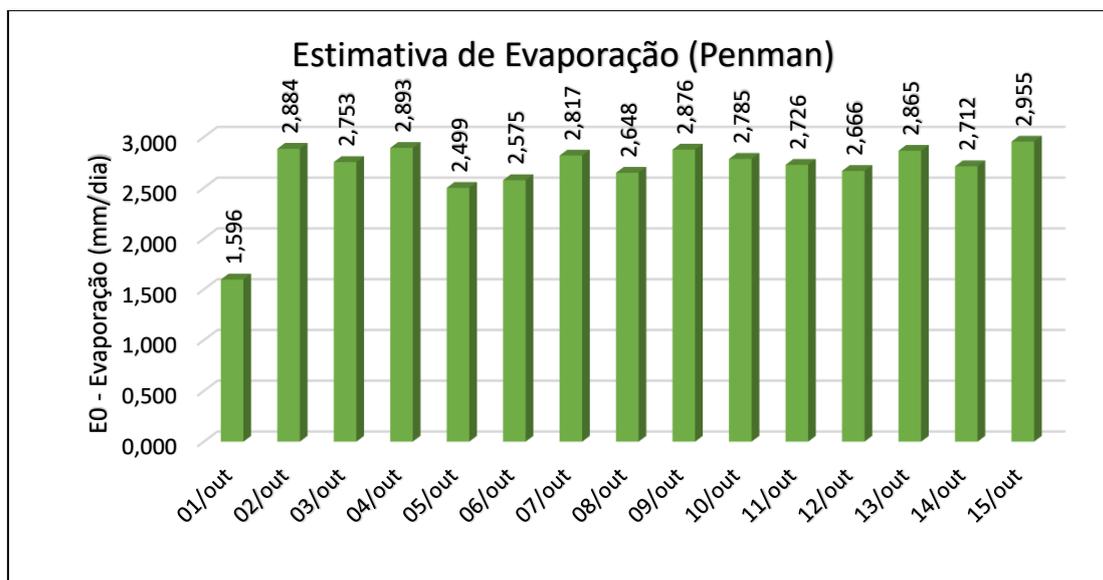
Período de coleta	Temperatura média (°c)	Umidade (%)	Insolação diária máxima (h)	Incidência solar local (h)	Vento média (m/s)	Radiação (cal/cm ² .dia)
07/out	27,79	67,81	12,10	9	3,11	490,36
08/out	27,39	69,02	12,10	9	2,46	473,97
09/out	27,66	66,79	12,10	9	2,61	501,56
10/out	27,07	70,75	12,10	9	2,05	492,20
11/out	27,61	69,46	12,10	9	2,18	479,36
12/out	27,19	70,73	12,10	9	2,40	475,88
13/out	27,80	63,85	12,10	9	3,34	503,76
14/out	28,17	62,46	12,10	9	3,57	482,96
15/out	28,13	67,44	12,10	9	3,56	502,07

Fonte: Autor (2020).

Com base nos dados das variáveis coletadas foi aplicado o modelo matemático proposto Penman, onde obteve-se uma estimativa de evaporação teórica com os valores de evaporação (E0) dados em mm/dia abrangendo o período de estudos, conforme mostra gráfico da Figura 31.

Conforme apresentado ainda na Figura 31, observa-se para o período de estudo que abrange o dia 01 ao dia 15 de outubro de 2020, excluindo-se o 1º dia, elevados índices de evaporação. Segundo a FUNCEME (2016), o Ceará tem taxas de evaporação elevadas que enquanto chove 800mm/ano, a evaporação pode chegar chega a 2.000mm anual. Na mesma linha de raciocínio. Rebouças (1997), afirma que anualmente o que se registra como perda por evaporação da água em corpos hídricos superficiais podem representar uma lâmina média de 3 m. As taxas de evaporação corroboram com os valores obtidos teoricamente utilizando o modelo de Penman, neste cálculo teórico da evaporação percebida dentro do período de estudos.

Figura 31 - Estimativa de evaporação diária pelo método de Penman



Fonte: Autor (2020).

De acordo com os valores apresentados na Tabela 2, referente ao percentual de evaporação diária (teórico), os valores obtidos estão muito próximos. Possivelmente, não houve nesse período alterações nos fatores intervenientes da evaporação, quais sejam: Temperatura, velocidade do vento, radiação solar, pressão atmosférica.

Tabela 2 - Volume evaporado, remanescente e percentual de evaporação diária

P. de coleta	Volume Evaporado (mm/dia)	Volume Remanescente (mm/dia)	Percentual de Evaporação/Dia
01/out	0,00	113.411.471,20	0,00%
02/out	2.044.585,06	111.366.886,14	1,80%
03/out	1.951.537,48	109.415.348,66	1,72%
04/out	2.050.645,76	107.364.702,90	1,81%
05/out	1.771.282,84	105.593.420,06	1,56%
06/out	1.825.486,84	103.767.933,22	1,61%
07/out	1.996.928,01	101.771.005,21	1,76%
08/out	1.877.035,12	99.893.970,09	1,66%
09/out	2.038.434,03	97.855.536,06	1,80%
10/out	1.973.851,13	95.881.684,93	1,74%
11/out	1.932.124,68	93.949.560,25	1,70%
12/out	1.889.472,63	92.060.087,62	1,67%
13/out	2.030.547,06	90.029.540,56	1,79%
14/out	1.922.029,55	88.107.511,01	1,69%
15/out	2.094.374,43	86.013.136,58	1,85%

Fonte: Autor (2020).

A partir dos valores de percentual de evaporação diária, apresentados na Tabela 2, foi calculado um percentual de evaporação média diária de 1,73%. Considerando-se este valor médio evaporado no período estudado, observa-se que a redução do volume de água foi o equivalente a 24,16%. Em trabalhos publicados e que versão da mesma temática aqui estudada, observa-se diferenças entre os valores obtidos referentes as médias de evaporação teórica, conforme Medeiros (2019), que obteve um percentual de evaporação diária média de 1,91%, utilizando o modelo de Penman. A diferença entre os percentuais de evaporação média diária de 1,73% obtidos nesse estudo e o de 1,91% obtido por Medeiros (2019), possivelmente se dá, pois, sofrem grande influência do fator climatológico da região estudada.

4.2 Resultado da evaporação experimental a partir dados gerados nos experimentos.

Na Tabela 3 estão apresentados os valores obtidos nos experimentos, referentes às alturas das lâminas evaporadas, no uso dos evaporímetros construídos 1 e 2 para os experimentos realizados no período de 01 a 15 de outubro de 2020. De acordo com os percentuais evaporados entre os evaporímetros 1 e 2, há uma clara diferença entre as lâminas evaporadas constatando a boa eficiência da plataforma anti-evaporante de garrafas PET na contenção da evaporação em mananciais superficiais.

Tabela 3 - Valores obtidos de lâminas evaporadas obtidos nos experimentos realizados, com uso dos evaporímetros 1 e 2

(continua)

P. de coleta	Evaporímetro 1 - C/ Plataforma anti-evaporante		Evaporímetro 2 - S/ Plataforma anti-evaporante	
	H da lâmina d'água (mm)	Percentual de evaporação/dia	H da lâmina d'água (mm)	Percentual de evaporação/dia
01/out	160	0,00%	160	0%
02/out	158	1,25%	155	3,13%
03/out	155	1,88%	149	3,75%
04/out	151	2,50%	142	4,37%
05/out	148	1,87%	136	3,75%
06/out	144	2,50%	129	4,38%

Tabela 3 - Valores obtidos de lâminas evaporadas obtidos nos experimentos realizados, com uso dos evaporímetros 1 e 2

(conclusão)

P. de coleta	Evaporímetro 1 - C/ Plataforma anti-evaporante		Evaporímetro 2 - S/ Plataforma anti-evaporante	
	H da lâmina d'água (mm)	Percentual de evaporação/dia	H da lâmina d'água (mm)	Percentual de evaporação/dia
07/out	141	1,88%	122	4,37%
08/out	138	1,87%	116	3,75%
09/out	136	1,25%	111	3,12%
10/out	132	2,50%	105	3,75%
11/out	130	1,25%	99	3,75%
12/out	127	1,87%	92	4,38%
13/out	123	2,50%	86	3,75%
14/out	121	1,25%	80	3,75%
15/out	117	2,50%	73	4,38%

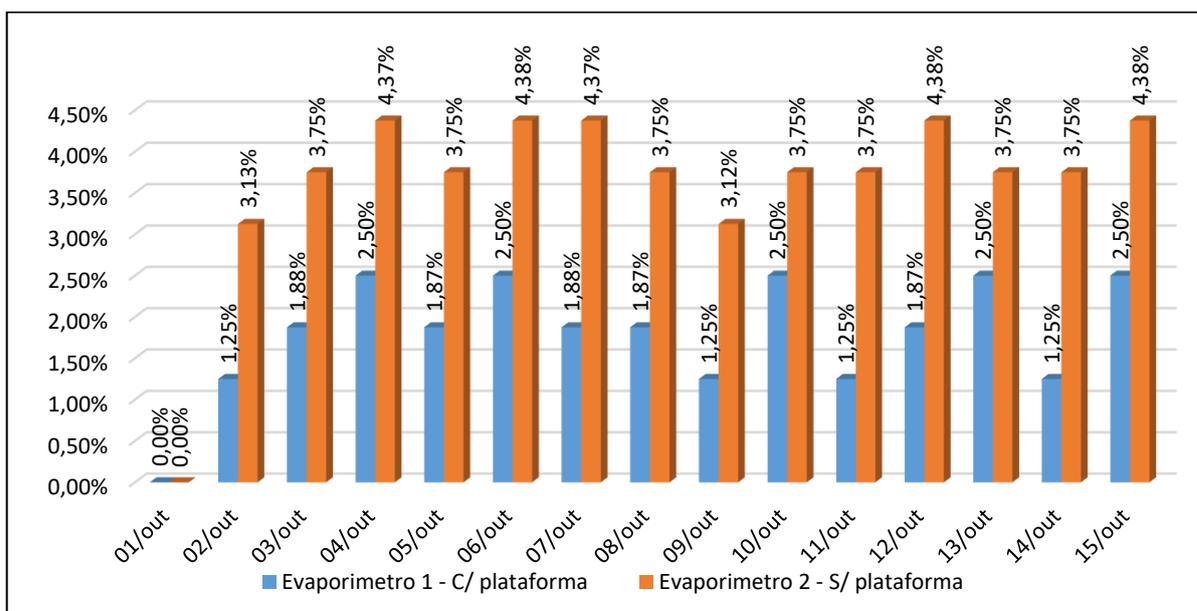
Fonte: Autor (2020).

A Figura 32 apresenta os valores obtidos nos experimentos, referentes ao percentual de evaporação diária com o uso dos evaporímetros 1 e 2. No evaporímetro 1, equipado com plataforma anti-evaporante, os resultados obtidos apresentam-se com menores valores percentuais de evaporação diários, frente aos obtidos com o uso do evaporímetro 2, que operou sem a plataforma anti-evaporante. Provavelmente pelo efeito combinado de dois fatores. O primeiro diz respeito a limitação parcial de exposição do espelho d'água a ação dos ventos, fator interveniente da evaporação. Segundo Helfer *et al.* (2019), o vento tem um papel fundamental na evaporação, pois é responsável por remover o ar úmido que se acumula na superfície, mantendo o déficit de umidade na superfície constante, e aumentando a evaporação.

Ainda segundo Helfer *et al.* (2019), o segundo fator é o mais importante, diz respeito a limitação parcial de exposição do espelho d'água a ação do sol. Utilizando a plataforma anti-evaporante foi possível diminuir a quantidade de radiação que chega na superfície da água presente no evaporímetro 1, servindo de isolamento térmico impedindo que a transferência de calor se desse diretamente ao espelho d'água. A temperatura superficial é o parâmetro principal na determinação da quantidade de umidade (vapor de água) que o ar imediatamente acima da superfície pode conter. Temperaturas baixas estão relacionadas com baixo poder de contenção de umidade e, portanto, com reduzidas taxas de evaporação. Segundo Walter

Collischonn e Fernando Dornelles (2013), os principais fatores atmosféricos que afetam a evaporação são a radiação solar, a velocidade dos ventos, a temperatura e a umidade relativa.

Figura 32 – Valores percentuais de evaporação diária obtidos nos experimentos com o uso dos evaporímetros 1 e 2



Fonte: Autor (2020).

A partir dos valores de percentual de evaporação diária, obtidos nos experimentos com os evaporímetros 1 e 2, foi determinado o percentual médio diário para ambos os evaporímetros, sendo para o evaporímetro 1 de 1,92%, e o evaporímetro 2 de 3,88%. Também foram calculados os percentuais de redução total de água obtidos ao final do período de experimentos com o uso dos evaporímetros, sendo 26,88% de redução de água contido no evaporímetro 1, enquanto no evaporímetro 2 o percentual de redução total de água foi de 54,38%.

Todavia, houve uma redução no percentual de evaporação média diária de 1,96% seguido de uma redução no volume evaporado de 50,57% quando se compara o evaporímetro 1 em relação ao evaporímetro 2. Estes resultados corroboram com a tendência de redução obtida por Santos (2012), que realizou um experimento com garrafas PET pintadas de branco e obteve os valores de redução de volume evaporado de 56%, 38% e 22% para as coberturas da superfície da água com garrafas

PET de 60%, 40% e 20% respectivamente. Os valores obtidos também têm comportamento semelhante com os obtidos com a pesquisa realizada por Alvarez et. Al. (2006), que mediu a evaporação de um evaporímetro, sob o uso de coberturas suspensas e compararam estas medições com a evaporação medida de um evaporímetro descoberto, os resultados finais apresentaram valores de redução para evaporação de 80%.

4.3 Estimativa de evaporação diária do Açude Gavião, aplicando as taxas de evaporação teórica e experimental.

A Figura 33 apresenta a estimativa de evaporação volumétrica diária do Açude Gavião, que segundo a COGERH (2019), detém uma capacidade de reserva da ordem de 3.300.000,00 m³. Para o cálculo destas estimativas de evaporação volumétrica diária para o açude, utilizou-se os valores obtidos nos experimentos e nos cálculos da evaporação teóricas já aventados.

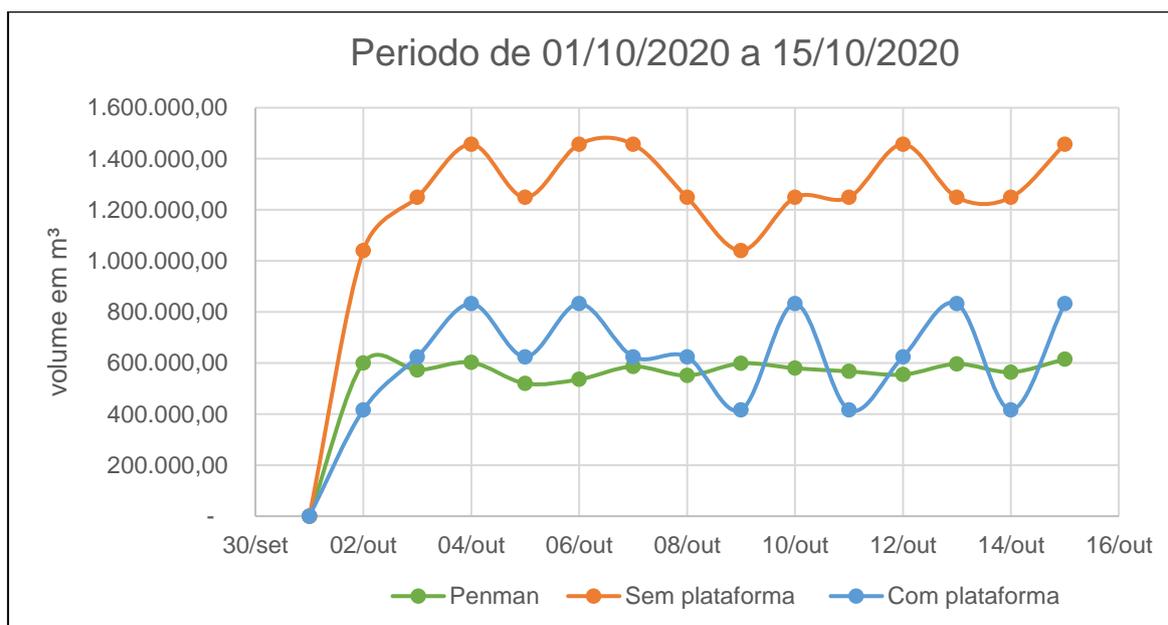
Observa-se na Figura 33, que o valor obtido, considerando a evaporação teórica aplicando o modelo de Penman manteve-se com uma variação volumétrica linear o que mostra que não houve grandes alterações nos fatores intervenientes da evaporação, considerando o período de dias estudados.

Observa-se ainda na Figura 33, a partir de taxas de evaporação obtidas experimentalmente, observa-se que os maiores valores de volumes evaporados, diariamente observados para o açude Gavião, foram gerados exatamente aplicando as taxas de evaporação obtidas nos experimentos utilizando-se o evaporímetro 2 (sem uso da plataforma anti- evaporante de garrafas PET), com uma média de evaporação diária, para o período de estudo, de 1.292.348,21 m³/dia que corresponde a 3,88% do volume total do açude Gavião.

Aplicando as taxas de evaporação obtidas nos experimentos com o uso da plataforma anti- evaporante de garrafas PET, o resultado de volume de evaporação diária foi de 639.241,07 m³/dia, o que equivale a uma redução no total evaporado de 654.107,17m³/dia, e corresponde a um percentual de redução de evaporação de 50,57% quando comparado com o valor obtido com o percentual de evaporação sem o uso da plataforma anti- evaporante de garrafas PET.

Segundo Oliveira (2017) e Rebouças (1997), os valores de evaporação em reservatórios no semiárido atingiram índices entre 40% e 50% do volume total do reservatório, que pode representar uma redução média na lâmina de 3 m anualmente.

Figura 33 - Estimativa de volume evaporado do modelo teórico (método de Penman) e experimental (evaporímetro 1 – com plataforma e evaporímetro 2 – sem plataforma)



Fonte: Autor (2020).

É importante destacar que, mesmo o açude Gavião não estando submetido ao regime climático do semiárido brasileiro, este apresentou valores de evaporação de 54,38% de suas águas, somente no período aqui estudado (de 01 a 15/10), aplicando resultados obtidos no modelo experimental com o evaporímetro 1. Isto quando comparado com trabalhos de pesquisa que avaliaram percentuais de evaporação em mananciais do semiáridos, percebe-se que o volume evaporado no açude Gavião supera o destes açudes.

4.4 Resultados da qualidade da água em função da evaporação – Modelo experimental com e sem o uso da plataforma anti-evaporante.

A Tabela 4 apresenta os valores obtidos para o pH da água de estudo, durante o período dos experimentos em ambos os evaporímetros. Ao analisar os valores obtidos, observa-se uma elevação nos níveis do pH, atingindo valores finais

de 10,45 para a água de estudo do evaporímetro 1 e 10,44 para a água de estudo do evaporímetro 2. O que demonstra uma coerência entre os valores medidos pois, são parcelas da mesma água de estudo que foram coletadas da mesma fonte (açude Gavião) e no mesmo dia e hora. Apenas foram separadas para compor o volume dos evaporímetros 1 e 2.

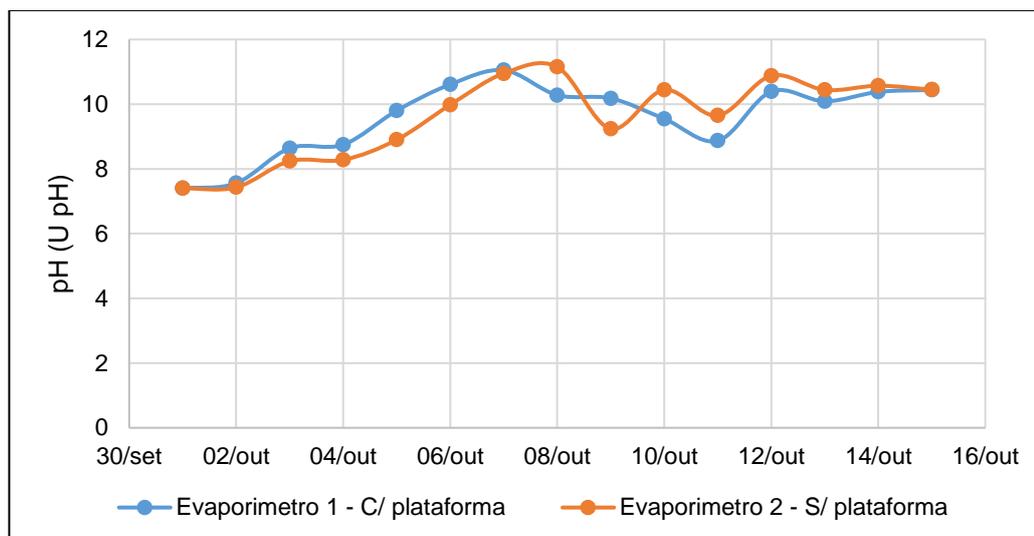
Tabela 4 - pH da água de estudo - modelo experimental

P. de coleta	POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH)	
	Evaporímetro 1 -C/ plataforma	Evaporímetro 2 - S/ plataforma
01/out	7,4	7,4
02/out	7,43	7,56
03/out	8,24	8,64
04/out	8,28	8,75
05/out	8,9	9,8
06/out	9,98	10,61
07/out	10,95	11,05
08/out	11,15	10,28
09/out	9,24	10,18
10/out	10,44	9,55
11/out	9,65	8,87
12/out	10,88	10,39
13/out	10,44	10,09
14/out	10,57	10,38
15/out	10,45	10,44

Fonte: Autor (2020).

Conforme mostra a Figura 34, percebeu-se um aumento médio de 29,15% nos valores de pH, indicando a possibilidade de uma maior concentração de OH⁻, atingindo valores finais de pH acima de 10. Há uma tendência de alcalinização do meio líquido, provavelmente devido ao aumento da insolubilidade dos gases com a elevação da temperatura da água, e conseqüentemente a concentração dos sólidos dissolvidos que cresce à medida que se perde água para a troposfera devido a evaporação.

Figura 34 - pH da água de estudo - modelo experimental.



Fonte: Autor (2020).

A Tabela 5 apresenta os valores de turbidez medidos em unidade nefelométrica de turbidez (UNT), obtidos durante o período de experimentos para a água de estudo em ambos os evaporímetros, sem e com a plataforma anti- evaporante. Observa-se que a turbidez chegou a zerar no terceiro dia de experimentos. Isso, provavelmente, ocorreu pela decantação natural dos sólidos suspensos sedimentáveis pela ação da força da gravidade.

Tabela 5- Turbidez da água de estudo - modelo experimental

(continua)

P. de coleta	TURBIDEZ (UNT)	
	Evaporímetro 1 - C/ plataforma	Evaporímetro 2 - S/ plataforma
01/out	4,7	4,7
02/out	1,01	0,62
03/out	0	0
04/out	0	0
05/out	0	0,45
06/out	0	1,14
07/out	0,18	2,17
08/out	0,8	3,1
09/out	0,7	2,78
10/out	0,52	2,93
11/out	0,39	1,96

Tabela 5 - Turbidez da água de estudo - modelo experimental

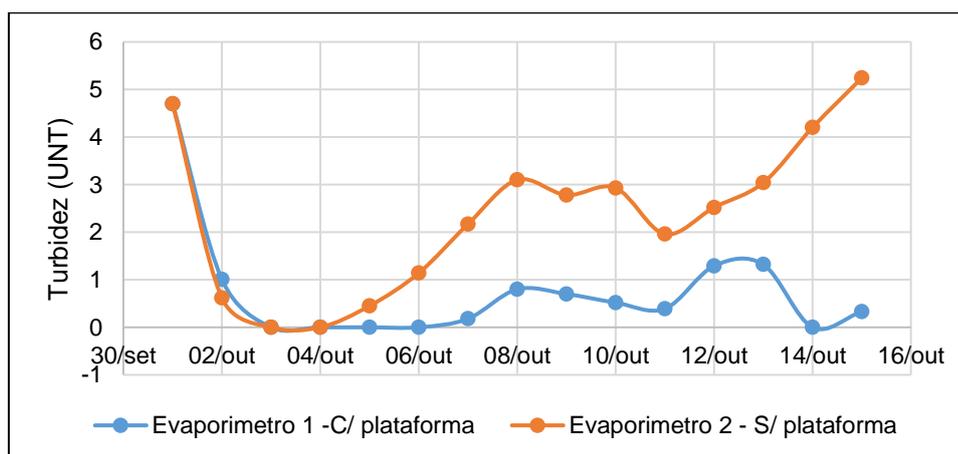
(conclusão)

P. de coleta	TURBIDEZ (UNT)	
	Evaporímetro 1 - C/ plataforma	Evaporímetro 2 - S/ plataforma
12/out	1,29	2,52
13/out	1,32	3,04
14/out	0	4,2
15/out	0,33	5,24

Fonte: Autor (2020).

Conforme mostra a Figura 35, para o evaporímetro 1 (com a plataforma anti- evaporante) apresentou uma redução total de 92,98% na turbidez. No evaporímetro 2 (sem a plataforma anti- evaporante), o valor de turbidez aumentou 82,67% em relação ao evaporímetro 1. Possivelmente, devido a maior taxa de evaporação observada neste evaporímetro 2, fato que leva os sólidos dissolvidos a precipitar-se (saindo do estado dissolvido e tornando-se visíveis) contribuindo para elevar a turbidez, parâmetro que estima a concentração de sólidos em suspensão.

Figura 35 – Comportamento da turbidez da água de estudo, durante o período de experimentos, observados nos evaporímetros 1 e 2.



Fonte: Autor (2020).

Na Tabela 6 estão apresentadas as concentrações de sólidos dissolvidos (TDS) medidos em mg/L, medidos durante a realização dos experimentos, a partir da água de estudo utilizada nos evaporímetros 1 e 2. Ao analisar os valores obtidos, percebe-se uma elevação nos níveis de forma desigual entre os evaporímetros 1 e 2, certamente pelo fato da plataforma anti- evaporante reduzir a evaporação no evaporímetro 1, assim o aumento nas concentrações de teor de sólidos dissolvidos é mais ameno, já para o evaporímetro 2, sem a plataforma anti- evaporante, as concentrações de teor de sólidos dissolvidos aumentaram pois apresentou maiores evaporações, com perdas de água as concentrações dos solutos dissolvidos tendem a diminuir e por outro lado, os precipitados tendem a aumentar.

Tabela 6 - Concentração de sólidos dissolvidos medidos para a água de estudo - modelo experimental

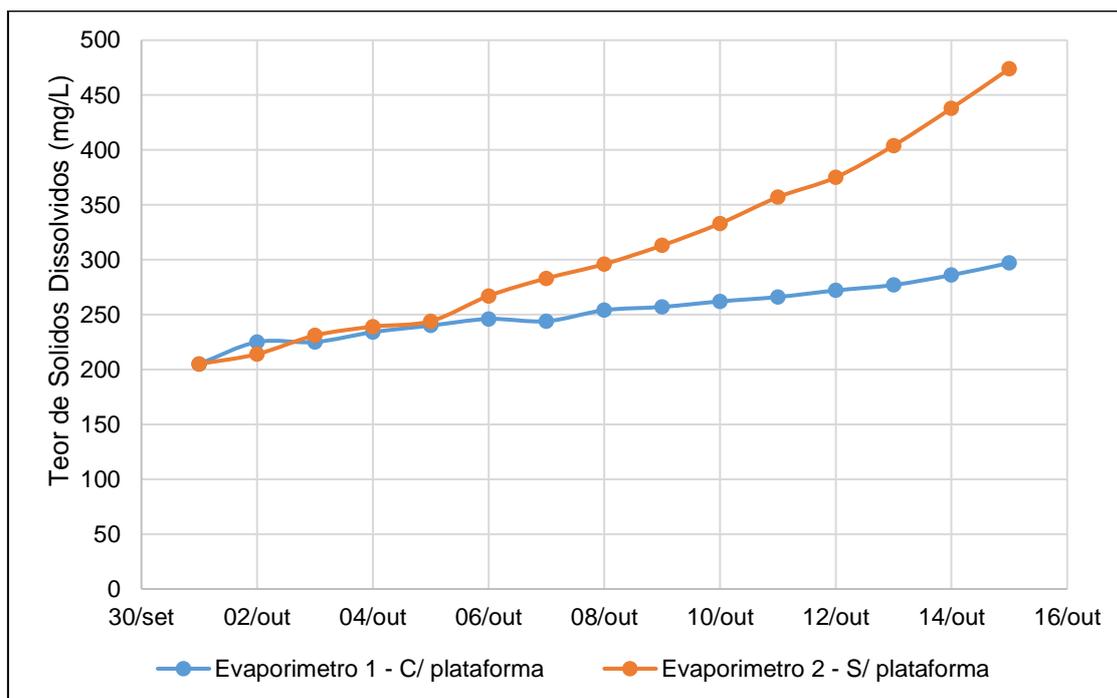
P. de coleta	TEOR DE SÓLIDOS DISSOLVIDOS (TDS) mg/L	
	Evaporímetro 1 - C/ plataforma	Evaporímetro 2 - S/ plataforma
01/out	205	205
02/out	225	214
03/out	225	231
04/out	234	239
05/out	240	244
06/out	246	267
07/out	244	283
08/out	254	296
09/out	257	313
10/out	262	333
11/out	266	357
12/out	272	375
13/out	277	404
14/out	286	438
15/out	297	474

Fonte: Autor (2020).

Para os valores de TDS, medidos na água de estudo durante os experimentos com os evaporímetros 1 e 2, observou-se que os maiores valores foram obtidos a partir do dia 05 de outubro, no uso do evaporímetro 2 (sem uso da plataforma anti- evaporante), conforme apresenta o gráfico da Figura 36. Provavelmente, isso

tenha ocorrido devido a maior diminuição de volume de água observado no evaporímetros 2, que sofreu fortes perdas de volume levando os sólidos a se concentrarem em maior valor em relação a água contida no evaporímetro 1.

Figura 36 - Concentração de sólidos dissolvidos medidos para a água de estudo - modelo experimental



Fonte: Autor (2020).

A Tabela 7 apresenta os valores de condutividade medidos em $\mu\text{S}/\text{cm}$, obtidos durante o período de experimentos, a partir da água de estudo utilizada nos evaporímetros 1 e 2. Ao analisar os valores obtidos, percebe-se uma elevação diferente nos níveis de condutividade entre os evaporímetros 1 e 2, com este último apresentando maiores valores de concentração de sais dissolvidos. Provavelmente, como a evaporação foi reduzida pelo uso da plataforma anti-evaporante no evaporímetro 1 a o aumento da condutividade tenha sido atenuada, enquanto que para o evaporímetro 2 (s/ a plataforma) o aumento na condutividade é maior devido a maior evaporação.

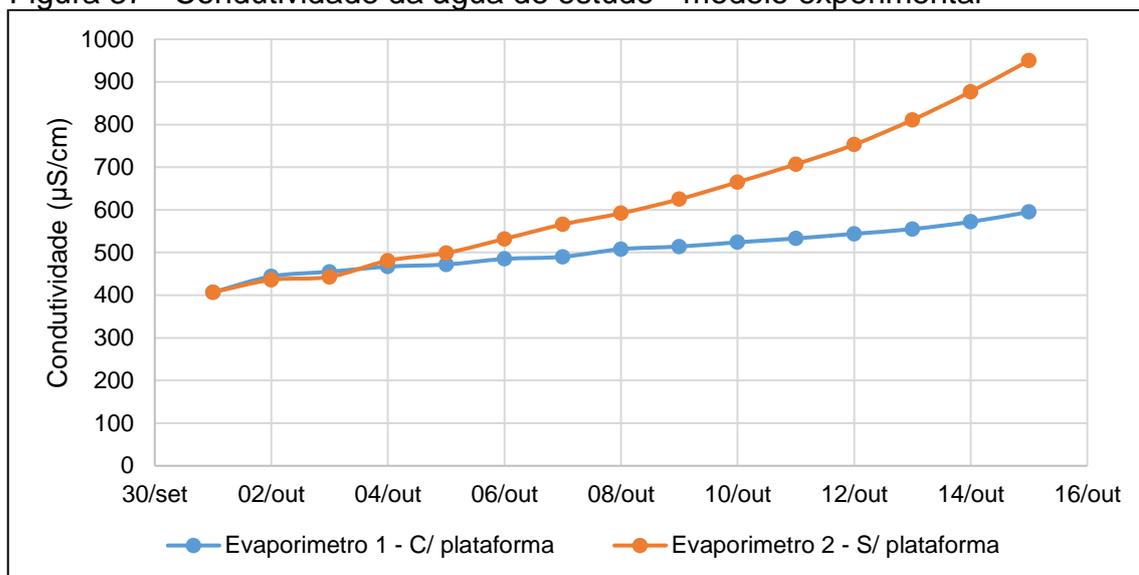
Tabela 7 - Condutividade da água de estudo - modelo experimental

P. de coleta	CONDUTIVIDADE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	
	Evaporímetro 1 -C/ plataforma	Evaporímetro 2 - S/ plataforma
01/out	407	407
02/out	444	436
03/out	455	443
04/out	467	481
05/out	472	499
06/out	485	532
07/out	490	566
08/out	508	592
09/out	514	625
10/out	524	665
11/out	533	707
12/out	544	753
13/out	555	811
14/out	572	877
15/out	595	950

Fonte: Autor (2020).

Conforme mostra a Figura 37, o valor de condutividade para a água de estudo, sem a plataforma anti-evaporante, teve um aumento considerável chegando a níveis de condutividade próximos de $1000 \mu\text{S}/\text{cm}$ enquanto que para água de estudo, com a plataforma anti-evaporante teve-se um aumento bem mais ameno onde chegou a níveis de condutividade próximos de $600 \mu\text{S}/\text{cm}$. Comparado o valor de condutividade da água de estudo, com a plataforma anti-evaporante em relação à água de estudo, sem a plataforma anti-evaporante temos uma redução nos níveis de condutividade de 40%. Provavelmente, íons presentes se concentraram devido a evaporação da água. Observou-se um comportamento semelhante para o teor de sólidos dissolvidos.

Figura 37 - Condutividade da água de estudo - modelo experimental



Fonte: Autor (2020).

5 CONCLUSÃO

Analisando os diferentes resultados obtidos para evaporação, é possível afirmar que o trabalho se propôs a desenvolver uma tecnologia social para redução da evaporação e este, foi desenvolvido e atingiu uma eficiência de redução na evaporação, a técnica experimental de cobrir a superfície da água com as plataformas anti-evaporante de garrafas PET, apresentou uma redução na taxa de evaporação média de 1,96% ao dia, conseguindo reduzir o volume evaporado em 50,57%.

O uso da plataforma anti-evaporante de garrafas PET apresenta a vantagem de ser uma prática sustentável, uma vez que representa uma destinação nobre para esse resíduo que demora a se degradar, pelas poucas iniciativas de reciclagem no Brasil, em geral acaba tendo os lixões como destinação final, gerando impacto ambiental, sendo também uma alternativa de baixo custo e que pode ser feita pela própria população.

Os volumes de evaporação teóricos apresentaram consistência quanto a utilização do método, e aos valores referentes a radiação. Estes valores calculados pelo modelo matemático, proposto por Tucci (2015), apresentaram um percentual de evaporação média de 1,73% de seu volume, em média diária. Valor que não traduz o que foi percebido no modelo experimental.

Conclui-se que, aplicando os percentuais de evaporação obtidos tanto no modelo teórico como experimental, ao volume do açude Gavião, será possível reduzir o volume evaporado com o uso das plataformas anti-evaporante de garrafa PET no açude Gavião, uma redução total no volume evaporado de 654.107,14 m³/dia, para os 15 dias estudados, quando comparado com o valor obtido com taxa de evaporação sem o uso da plataforma anti-evaporante de garrafas PET. Desta forma, viabiliza-se a ampliação da oferta de água com medidas simples.

Conclui-se ainda que, se faz necessário o monitoramento da qualidade de água expostas a taxas de evaporação como aqui estudadas, no âmbito dos aspectos físico-químicos, pois as concentrações destes parâmetros são altamente afetadas, uma vez que, o volume de água em constante evaporação poderá resultar em valores acima dos recomendados pelo Anexo XX da Portaria de Consolidação N° 5/2017, do Ministério da Saúde do Brasil (BRASIL, 2017), caso essa água seja usada para o abastecimento humano.

No geral, os resultados deste trabalho são promissores, pois indicam a existência de alternativas eficazes, viáveis e simples que visam reduzir a evaporação de mananciais superficiais, principalmente em regiões submetidas ao regime climático do semiárido, ampliando a oferta de água.

Durante a realização do experimento não foram realizadas análises biológicas da água de estudo antes e após a aplicação da plataforma, a temperatura da água no interior dos reservatórios durante as observações também não foi medida.

Seguem algumas recomendações que se fazem relevantes para trabalhos futuros:

- Realizar a análise do custo-benefício da fabricação da plataforma;
- Realizar o experimento *in loco* em reservatório de pequeno porte;
- Parametrização da metodologia desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

Agencia Nacional de Águas (ANA). **Conjuntura Recursos Hídricos Brasil 2019: Quantidade e Qualidade de Águas**. Disponível em: <http://conjuntura.ana.gov.br/quantiquali>. Acesso em: 24 fev. 2020.

ALVAREZ, V. M.; BAILLE, A.; MARTÍNEZ, J. M. M.; GONZALES-REAL, M. M. Effect of black polyethylene shade covers on the evaporation rate of agricultural reservoirs. **Spanish Journal of Agricultural Research**, p. 280-288, 2006. Acesso em: 03 de jul. 2020.

ANDRADE, José. **Evaporação e evapotranspiração**. Apontamentos para aulas de Geografia Física, 2019. Acesso em: 17 mar. 2020

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIA DO PET – ABIPET. **10º CENSO da Reciclagem de PET. 2015**. Disponível em: <http://www.abipet.org.br/index.html?method=mostrarDownloads&categoria.id=3>. Acesso em: 26 mai. 2020

BELTRAME, Lawson F. S.; TUCCI, Carlos E. M. Evaporação e evapotranspiração. In: TUCCI, Carlos E. M. **Hidrologia ciência e aplicação**. 4.ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ ABRH. 2015. Acesso em: 10 de mar. 2020.

BENZAGHTA, M. A. **Estimation of evaporation from a reservoir in semi arid environments using artificial neural network and climate based 27 models**. British Journal of Applied Science e Technology, v. 4, n. 24, p. 3501, 2014. Acesso em: 17 mar. 2020

BERTONI, Juan C.; TUCCI, Carlos E. M. Precipitação. In: TUCCI, Carlos E. M. **Hidrologia ciência e aplicação**. 4.ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ ABRH. 2015. Acesso em: 10 de mar. 2020.

BOLDRINI, E. B.; LACERDA, L.; CASSILHA, M. F. **Floresta, Água e Clima. Boas Práticas nos Biomas Brasileiros**. Ademadan Antonina. Curitiba, 2015. Acesso em: 18 mar. 2020

BRASIL. **Lei Federal nº 9.433, de 08 de Janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do Art. 21 da Constituição Federal, e altera o Art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de Março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de Dezembro de 1989**. Disponível em: <http://www.presidencia.gov.br/legislacao>. Acesso em: 10 de mar. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação nº5, de 28 de setembro de 2017. **Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde**. Diário Oficial da União, Brasília, 2017. Acesso em: 03 de jul. 2020.

BRITO, LT de L.; SILVA, A. de S.; PORTO, Everaldo R. Disponibilidade de água e a gestão dos recursos hídricos. **Embrapa Semiárido-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2007. Acesso em: 18 fev. 2020.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE). **Desertificação, degradação da terra e secas no Brasil**. Brasília, DF, p.252 , 2016. Acesso em: 03 de jul. 2020.

COLLIS, J.; HUSSEY, R. **Pesquisa em administração: um guia prático para alunos de graduação e pós-graduação**. 2ª ed. Porto Alegre. Bookman, 2005. Acesso em: 23 de mai. 2020.

COLLISCHONN, Walter; DORNELLES, Fernando. Hidrologia para engenharia e ciências ambientais. **Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 1, 2013. Acesso em: 03 de jul. 2020.

CONTI, J. B. A questão climática do nordeste brasileiro e os processos de desertificação. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.1, n.1, p.07-14, 2005. Acesso em: 03 de jul. 2020.

COOPER, Donald R.; SCHINDLER, Pamela S. **Métodos de Pesquisa em Administração-12ª edição**. McGraw Hill Brasil, 2016. Acesso em: 24 de mai. 2020.

CORREIA, Rebert Coelho *et al.* A região semiárida brasileira. **Embrapa Semiárido-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2011. Acesso em: 16 de mar. 2020.

DE BRITO, Ramilos Rodrigues; GOMES, Edilson Ramos; LUDWIG, Rafael. Uso da água na irrigação. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 8, n. 2, 2012. Acesso em: 22 fev. 2020.

DE OLIVEIRA, Francisco Tomaz *et al.* Palma forrageira: adaptação e importância para os ecossistemas áridos e semiáridos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, n. 4, p. 27-37, 2010. Acesso em: 22 de fev. 2020.

DE OLIVEIRA, Paulo Abrantes *et al.* Redução de evaporação de água: estudo de caso no reservatório de São Gonçalo/PB. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 10, n. 5, p. 204-217, 2019. Acesso em: 15 de mai. 2020.

Delazeri, L. M. M., & Da Cunha, D. A. (2015). Mudanças climáticas e migração rural-urbana no semiárido brasileiro. **43º ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA DA ANPEC**.. Acesso em: 30 de mar. 2020.

FAO. *Status of the World's Soil Resources*. **Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils**. Rome, Italy, 2015. Acesso em: 03 de jun. 2020.

FEITOSA, Fernando AC; DINIZ, João Alberto Oliveira. Água subterrânea no cristalino da região semiárida brasileira. **Águas Subterrâneas**, 2011. Acesso em: 10 de mar. 2020.

FERREIRA, Maria Inês Paes; FERREIRA-DA-SILVA, J. A.; PINHEIRO, Mariana Rodrigues de Carvalhaes. Recursos hídricos: água no mundo, no Brasil e no Estado do Rio de Janeiro. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamago**, v. 2, n. 2, p. 29-36, 2008. Acesso em: 18 fev. 2020.

FRANÇA, Luciano CJ; PIUZANA, Danielle; ROSS, Jurandy LS. Fragilidade Ambiental Potencial e Emergente em núcleo de desertificação no semiárido brasileiro (Gilbués, Piauí). **Revista Espacios**, v. 38, n. 31, 2017. Acesso em: 03 de jun. 2020.

FRANCISCO, Paulo Roberto Megna *et al.* Análise e mapeamento da evaporação para o estado da Paraíba. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, p. 11,111-121, 2015. Acesso em: 18 de mar. 2020.

Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), **Calendário das Chuvas no Estado do Ceará 2020**. Disponível em: <http://www.funceme.br/app/calendario/produto/ceara/media/mensal>. Acesso em: 19 de abr. 2020.

Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (**FUNCEME**). Disponível em: <http://www3.funceme.br/funceme2.5/index.php/areas/23monitoramento/meteorol%C3%B3gico>. Acesso em: 18 mar. 2020.

GARCÍA-ECHAVE, Rafael B. *et al.* **Desenvolvimento de pellets e compostos plásticos para aplicações de alto desempenho a partir de PET reciclado (RPET)**. 2007. Acesso em: 26 de mai. 2020.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa. 5ª ed.** São Paulo: Atlas, 2010. Acesso em: 23 de mai. 2020.

GOMES, Marco Antonio Ferreira. A água nossa de cada dia. **Revista Panorama Rural. Ano XI**, n. 122, p. 44-48, 2012. Acesso em: 23 fev. 2020.

GOMES, Marco Antônio Ferreira. Água: sem ela seremos o planeta Marte de amanhã. **Embrapa Meio Ambiente, mar**, 2011. Acesso em: 24 fev. 2020.

HASHEMI MONFARED, Seyed Arman; REZAPOUR, Mehdi; ZHIAN, Tahmineh. Using Windbreaks for Decreasing Lake and Reservoir Evaporation: A Case Study from Iran. **Polish Journal of Environmental Studies**, v. 28, n. 4, 2019. Acesso em: 18 de mai. 2020.

HELPER, Fernanda *et al.* Estudo comparativo de três mecanismos de redução de evaporação de reservatórios. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 20, n. 2, p. 62-76, 2019.

HELPER, Fernanda; ZHANG, Hong; LEMCKERT, Charles. **Evaporation reduction by windbreaks: Overview, modelling and efficiency**. Urban Water Security Research Alliance, 2010. Acesso em: 18 de mai. 2020.

HIPÓLITO, João R.; VAZ, Álvaro C. **Hidrologia e recursos hídricos. 2.ed.** IST Press: 2013. Acesso em: 24 fev. 2020.

Instituto Nacional do Semiárido – INSA. **Desertificação e mudanças climáticas no semiárido brasileiro.** Disponível em: <https://portal.insa.gov.br/images/acervo-livros/Desertifica%C3%A7%C3%A3o%20e%20Mudan%C3%A7as%20Clim%C3%A1ticas%20no%20Semi%C3%A1rido%20Brasileiro.pdf>. Acesso em: 19 de abr. 2020.

Instituto Nacional do Semiárido – INSA. **Relatório popularizado 2014.** Disponível em: <https://portal.insa.gov.br/images/acervo-relatorios/Relat%C3%B3rio%20Popularizado%202014.pdf>. Acesso em: 19 de abr. 2020.

IPCC 2014 Summary for policymakers In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change ed C B Field et al (Cambridge)(Cambridge University Press)(Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA) pp 1–32. Acesso em: 24 de fev. 2020.

JIANG, L.; JIAPAER, G.; BAO, A.; KURBAN, A.; GUI, H.; ZHENG, G.; MAEYER, P. *Monitoring the long-term desertification process and assessing the relative roles of its drivers in Central Asia. Ecological Indicators, v. 104, p. 195-208, 2019. Acesso em: 03 de jul. 2020.*

KÖCHE, José Carlos. **Fundamentos de metodologia científica.** Editora Vozes, 2016. Acesso em: 23 de mai. 2020.

LUSTOSA, J. P. G. Caracterização morfológica, micromorfológica e mineralógica de três toposseqüências no município de Irauçuba-CE e suas relações com os processos de desertificação. In: OLIVEIRA, J. G. B.; SALES, M. C. L. (Organizadores). Monitoramento da desertificação em Irauçuba. Fortaleza: **Imprensa Universitária**, p.21-42, 2015. Acesso em: 03 de jul. 2020.

MARENGO, José A. *et al.* Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. **Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas**, v. 1, 2011. Acesso em: 23 de fev. 2020.

MEDRANO, Francisco González. **As áreas áridas e semi-áridas do México e sua vegetação** . Instituto Nacional de Ecologia, 2012. Acesso em: 23 fev. 2020.

Ministério do Meio Ambiente (MMA), **FAQs - Gestão Territorial – Desertificação 2020.** Disponível em: <https://www.mma.gov.br/perguntasfrequent.html?catid=19>. Acesso em: 03 de jul. 2020.

NOLÊTO, Luan de Oliveira. **O impacto da instalação de painéis fotovoltaicos flutuantes na evaporação da água de lagos de grandes usinas hidrelétricas brasileiras.** 2017. Acesso em: 18 de mai. 2020.

OLIVEIRA, Rodrigo Rudson Venâncio de Melo. **Perda de água por evaporação em um pequeno reservatório do semiárido**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Acesso em: 10 de mar. 2020.

PEREZ-MARIN, Aldrin Martin *et al.* Núcleos de desertificação do semiárido brasileiro: ocorrência natural ou antrópica?. **Parcerias Estratégicas**, v. 17, n. 34, p. 87-106, 2013. Acesso em: 25 de fev. 2020.

PILLCO ZOLÁ, Ramiro *et al.* Modelling Lake Titicaca's daily and monthly evaporation. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 23, n. 2, p. 657-668, 2019. Acesso em: 19 de mar. 2020.

PIMENTEL, C. Feridas no Semiárido. Os dramas da Desertificação. **Revista Pública**, n. 71, p. 22-28, 2013. Acesso em: 03 de jul. 2020.

PORTO, Yorrana Coutinho *et al.* Viabilidade técnica para implantação de um sistema solar fotovoltaico flutuante em um reservatório do semiárido brasileiro. **Revista Tecnologia**, v. 38, n. 2, 2018. Acesso em: 18 de mai. 2020.

PRODANOV, Cleber Cristiano; DE FREITAS, Ernani Cesar. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico- 2ª Edição**. Editora Feevale, 2013. Acesso em: 23 de mai. 2020.

REBOUÇAS, Aldo da C. Água na região Nordeste: desperdício e escassez. **Estudos avançados**, v. 11, n. 29, p. 127-154, 1997. Acesso em: 18 de mai. 2020.

REBOUÇAS, Aldo. **Uso inteligente da água**. Escrituras Editora e Distribuidora de Livros Ltda., 2015. Acesso em: 24 de fev. 2020.

RÊGO, Alana Ticiane Alves do. **Sistemas de captação e armazenamento de água pluvial e utilização de mecanismos alternativos para controle da evaporação no semiárido brasileiro**. 2018. Acesso em: 19 de mai. 2020.

Reis, D. I., QUEVEDO, D. D., & Naime, R. H. (2013). Gestão de recursos hídricos: panorama mundial, brasileiro e desafios institucionais. XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Acesso em: 03 de jul. 2020.

RIBEIRO, Luiz Gustavo Gonçalves; ROLIM, Neide Duarte. Planeta água de quem e para quem: uma análise da água doce enquanto direito fundamental e sua valoração mercadológica. **Revista Direito Ambiental e sociedade**, v. 7, n. 1, 2017. Acesso em: 22 fev. 2020.

RODRIGUES, Carlos Miranda. **Evaporação e evapotranspiração-Capítulo 8**. 2017. Acesso em: 18 de mai. 2020.

ROMÃO, Wanderson; SPINACÉ, Márcia AS; PAOLI, Marco-A. De. Poli (tereftalato de etileno), PET: uma revisão sobre os processos de síntese, mecanismos de degradação e sua reciclagem. **Polímeros**, v. 19, n. 2, p. 121-132, 2009. Acesso em: 23 de mai. 2020.

SAHU, Bikash Kumar. Um estudo sobre desenvolvimentos e políticas globais de energia fotovoltaica solar, com foco especial nos dez principais países produtores de energia fotovoltaica. **Revisões sobre energia renovável e sustentável**, v. 43, p. 621-634, 2015. Acesso em: 18 de mai. 2020.

SANTOS, Patricia Menezes *et al.* Mudanças climáticas globais e a pecuária: cenários futuros para o Semiárido brasileiro. **Embrapa Semiárido-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2011. Acesso em: 18 mar. 2020

SCHOUTEN, P.; PUTLAND, S.; LEMCKERT, C. J.; PARISI, A. V.; DOWNS, N. **Alternative methods for the reduction of evaporation**: practical exercises for the science classroom. *Physics Education*, 2012. p. 202-210. Acesso em: 19 de mai. 2020.

SILVA, C. H. R. T. Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável no Brasil. **Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisa**, 2012. Acesso em: 24 de fev. 2020.

SILVA, Edna Lúcia; MENEZES, Estera Muszcat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4 ed. ver. atual. Florianópolis: UFSC, 2005. Acesso em: 23 de mai. 2020.

SOUZA, B. I.; MACÊDO, M. L. A.; SILVA, G. J. F. **Temperatura dos solos e suas influências na regeneração natural da caatinga nos cariris velhos – PB**. Curitiba, v.35, p.261 - 287, 2015. Acesso em: 03 de jul. 2020.

SUASSUNA, J. **A Pequena e Média Açudagem no Semi-árido Nordeste: uso da água para produção de alimentos. Artigos** - João Suassuna, Recife, Brasil, 2002. Acesso em: 18 de mai. 2020.

SUN, J.; HOU, G.; LIU, M.; FU, G.; ZHAN, T.; ZHOU, H.; TSUNEKAWA, A.; HAREGEWEYN, N. *Effects of climatic and grazing changes on desertification of alpine grasslands, Northern Tibet*. **Ecological Indicators**, v. 107, p.105-647, 2019. Acesso em: 03 de jul. 2020.

Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE). Disponível em: <http://www.sudene.gov.br/delimitacao-do-semiarido>. Acesso em: 12 de jun. 2020

TOMASELLA, J.; VIEIRA, R. M. S. P.; BARBOSA, A. A.; RODRIGUEZ, D. A.; SANTANA, M. O.; SESTINI, M. F. *Desertification trends in the Northeast of Brazil over the period 2000-2016*. **International Journal of Applied Earth Observations and Geoinformation**, v. 73, p. 197-206, 2018. Acesso em: 03 de jul. 2020.

UTIDA, Gisele *et al.* Tropical South Atlantic influence on Northeastern Brazil precipitation and ITCZ displacement during the past 2300 years. *Scientific Reports*. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-38003-6/>. Acesso em: 24 de fev. 2020.

VON SPERLING, E. Afinal, quanta água temos no planeta. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 11, n. 4, p. 189-199, 2006. Acesso em: 23 de fev. 2020.

WOLKMER, Maria de Fátima S.; PIMMEL, Nicole Freiburger. Política Nacional de Recursos Hídricos: governança da água e cidadania ambiental. **Sequência (Florianópolis)**, n. 67, p. 165-198, 2013. Acesso em: 10 de mar. 2020.

WURBS, R. A. e AYALA, R. A. **Reservoir evaporation in Texas, USA**. **Journal of Hydrology**, v. 510, p. 1-9, 2014. Acesso em: 18 mar. 2020

YIN, R. Estudos de Caso: **planejamento e métodos**. 4ª ed. Porto Alegre. Bookman, 2010. Acesso em: 23 de mai. 2020.

YOUSSEF, Yara Waheeb; KHODZINSKAYA, Anna. A Review of Evaporation Reduction Methods from Water Surfaces. In: **E3S Web of Conferences**. EDP Sciences, 2019. p. 05044. Acesso em: 18 de mai. 2020.

Zanella, M. E. (2014). **Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do semiárido nordestino**. Caderno Prudentino de Geografia, (36), 126-142.

ZOBY, José Luiz Gomes; MATOS, Bolivar. Águas subterrâneas no Brasil e sua inserção na Política Nacional de Recursos Hídricos. **Águas Subterrâneas**, n. 1, 2002. Acesso em: 25 fev. 2020.

ANEXO A - VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS (INMET)																		
Consulta Dados da Estação Automática: FORTALEZA A305																		
Data Inicial:		01/10/2020									Data Final:		15/10/2020					
Data	Hora	Temperatura (o c)			Umidade (%)			Pto. Orvalho CC)			Pressão (hPa)			Vento (m/s)			Radiação	Chuva
	UTC	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Vel.	Dir. (°)	Raj.	(kJ/m ²)	(mm)
30/09/20	0	26,6	26,7	26,5	71	72	70	20,9	21	20,8	1009,8	1009,8	1009,6	3,8	95	8,4	0	0
01/10/20	1	26,4	26,7	26,4	72	72	70	20,8	20,9	20,6	1010,3	1010,4	1009,8	2,8	98	8,9	0	0
01/10/20	2	26,5	26,5	26,3	71	72	71	20,9	20,9	20,7	1010,2	1010,4	1010,2	3,6	101	8,7	0	0
01/10/20	3	26,5	26,6	26,5	71	71	70	20,7	20,9	20,7	1009,7	1010,2	1009,7	3,5	102	8,7	0	0
01/10/20	4	26,3	26,5	26,3	71	72	70	20,6	20,9	20,6	1009	1009,7	1009	3,5	112	8,3	0	0
01/10/20	5	26,1	26,3	26,1	73	73	71	21	21	20,6	1008,3	1009	1008,3	3,3	114	8,4	0	0
01/10/20	6	25,8	26,2	25,7	74	75	73	20,8	21,1	20,8	1007,7	1008,3	1007,7	3	123	8	0	0
01/10/20	7	25,5	25,8	25,5	74	74	74	20,5	20,9	20,5	1008,1	1008,1	1007,7	2,1	133	7,2	0	0
01/10/20	8	24,5	25,6	24,5	78	78	74	20,4	20,6	20,3	1008,2	1008,2	1008,1	1,6	175	5,9	0	0
01/10/20	9	24	24,5	23,8	80	81	78	20,2	20,5	20,2	1008,6	1008,6	1008,2	2,4	172	4,6	16,76	0
01/10/20	10	26,2	26,2	24	67	80	67	19,5	20,3	19,5	1009,2	1009,2	1008,6	2,7	153	7,2	416,96	0
01/10/20	11	27	27,2	26,1	60	67	60	18,6	19,6	18,5	1009,7	1009,7	1009,2	3,9	161	8,4	782,29	0
01/10/20	12	28,5	28,6	27	54	60	54	18,4	18,9	18,3	1009,7	1009,9	1009,7	3,1	147	10,1	966,58	0
01/10/20	13	31,3	31,3	28,5	46	54	46	18,4	19,1	17,5	1009,2	1009,7	1009,1	3,7	159	9,5	2044,2	0
01/10/20	14	29,6	32	29,6	49	49	43	17,9	18,8	17,1	1008,9	1009,3	1008,9	3,4	140	10	1523,31	0
01/10/20	15	30	31,7	29,5	49	50	45	18,1	18,8	17,7	1008	1008,9	1008	2,9	154	8,8	1566,8	0
01/10/20	16	30	30,4	29,4	53	54	49	19,3	19,3	18	1006,9	1008	1006,9	3,4	110	7,6	921,38	0
01/10/20	17	31,7	32,2	30	44	53	43	18,1	19,5	17,8	1005,5	1006,9	1005,5	4,3	114	11,2	2305,39	0
01/10/20	18	31,3	32	30,9	47	48	43	18,5	18,8	17,6	1005	1005,5	1005	3,9	95	10,5	2017,1	0
01/10/20	19	29,1	31,2	29,1	57	57	47	19,8	19,9	18,4	1004,9	1005	1004,8	4,5	94	10,8	1425,72	0
01/10/20	20	27,8	29,4	27,8	65	65	57	20,8	20,9	19,8	1005,4	1005,4	1004,9	4,1	94	9,4	709,85	0
01/10/20	21	26,8	27,8	26,8	74	74	65	21,8	21,8	20,8	1005,9	1005,9	1005,3	3,7	89	8,8	80,15	0

ANEXO A - VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS (INMET)																		
Consulta Dados da Estação Automática: FORTALEZA A305																		
Data Inicial:		01/10/2020									Data Final:		15/10/2020					
Data	Hora	Temperatura (o c)			Umidade (%)			Pto. Orvalho CC)			Pressão (hPa)			Vento (m/s)			Radiação	Chuva
	UTC	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Vel.	Dir. (°)	Raj.	(kJ/m ²)	(mm)
01/10/20	22	26,7	26,8	26,6	75	75	74	21,9	22	21,8	1006,8	1006,8	1005,8	3,2	93	7,1	0	0
01/10/20	23	26,8	26,9	26,6	74	75	74	21,7	22,1	21,7	1007,9	1007,9	1006,8	3,3	99	7,7	0	0
02/10/20	0	26,7	26,8	26,6	76	76	74	22	22,1	21,7	1008,6	1008,6	1007,9	3,1	98	7,7	0	0
02/10/20	1	26,7	26,9	26,6	76	76	74	22,1	22,1	21,9	1009,2	1009,2	1008,6	3,4	94	8,8	0	0
02/10/20	2	26,6	26,8	26,6	75	76	75	21,8	22,2	21,8	1009,1	1009,3	1009,1	3,9	96	8,8	0	0
02/10/20	3	26,2	26,6	26,2	76	76	73	21,6	21,8	21,4	1008,3	1009,1	1008,3	2,3	110	8,9	0	0
02/10/20	4	26,2	26,3	26,1	72	76	72	20,7	21,6	20,7	1007,4	1008,3	1007,4	2,5	115	5,7	0	0
02/10/20	5	26,2	26,3	26,1	74	74	72	21,3	21,3	20,8	1007,2	1007,4	1007,2	2,4	119	6,7	0	0
02/10/20	6	25,8	26,2	25,8	74	76	74	20,9	21,4	20,9	1007,1	1007,3	1007,1	2,3	120	6,9	0	0
02/10/20	7	25,2	25,8	25,2	75	76	74	20,4	21	20,4	1007	1007,3	1007	1,6	140	5,6	0	0
02/10/20	8	24	25,2	24	80	80	75	20,3	20,5	20,3	1007,3	1007,3	1007	1,4	171	3,7	0	0
02/10/20	9	24,1	24,1	23,8	70	80	70	18,2	20,4	18,2	1008,2	1008,2	1007,3	2,3	171	5,2	23,51	0
02/10/20	10	25,9	25,9	24,1	61	70	61	17,7	18,2	17,4	1008,9	1008,9	1008,2	2,4	162	5,9	469,26	0
02/10/20	11	28	28	25,8	54	61	54	17,8	18,2	17,4	1009,4	1009,4	1008,9	3,1	151	8,1	1166,57	0
02/10/20	12	29,7	30,3	28	47	54	45	17	18	16,8	1009,6	1009,7	1009,4	4,2	139	11,1	1808,16	0
02/10/20	13	32,1	32,7	29,7	38	47	37	16,2	17,5	15,7	1009,1	1009,7	1009,1	4,2	146	10,9	2395,44	0
02/10/20	14	31,4	32,9	31,3	43	44	37	17,4	18,1	16	1008,8	1009,1	1008,7	6	105	12,2	2854,07	0
02/10/20	15	31,8	32,5	31,2	42	45	41	17,4	18,3	17	1007,8	1008,8	1007,7	6,2	104	13,3	2968,43	0
02/10/20	16	32	33,2	31,1	43	45	40	18	18,3	17,2	1006,6	1007,8	1006,6	6,3	102	13,3	2792,85	0
02/10/20	17	31,2	32,7	31,2	47	49	42	18,5	19,4	17,9	1005,6	1006,6	1005,6	5,6	87	12,8	2466,08	0
02/10/20	18	30,5	31,4	30,5	50	51	47	19	19,9	18,5	1005,1	1005,7	1005,1	4,8	98	11,4	2022,36	0
02/10/20	19	29,5	31	29,5	57	57	50	19,9	20,3	19,2	1005,1	1005,1	1004,9	5,3	99	10,7	1436,9	0

ANEXO A - VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS (INMET)																		
Consulta Dados da Estação Automática: FORTALEZA A305																		
Data Inicial:		01/10/2020									Data Final:		15/10/2020					
Data	Hora	Temperatura (o c)			Umidade (%)			Pto. Orvalho CC)			Pressão (hPa)			Vento (m/s)			Radiação	Chuva
	UTC	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Vel.	Dir. (°)	Raj.	(kJ/m 2)	(mm)
02/10/20	20	28,2	29,7	28,1	65	65	56	20,9	20,9	19,9	1005,7	1005,7	1005,1	3,8	98	10,3	703	0
02/10/20	21	27,2	28,2	27,2	68	68	64	20,8	20,9	20,5	1006,5	1006,5	1005,7	2,9	101	7,9	75,59	0
02/10/20	22	27	27,3	26,9	70	70	67	21,1	21,1	20,7	1007,5	1007,5	1006,5	2,3	100	7,1	0	0
02/10/20	23	27	27,1	26,8	70	71	69	21,1	21,2	20,9	1008,4	1008,4	1007,5	3	92	7,2	0	0
03/10/20	0	26,9	27	26,7	72	72	70	21,5	21,5	21,1	1009,2	1009,2	1008,4	2,7	99	6,8	0	0
03/10/20	1	26,8	27	26,8	74	74	73	21,8	21,8	21,5	1009,8	1009,8	1009,2	3,3	95	7,4	0	0
03/10/20	2	26,7	26,8	26,6	73	74	73	21,4	21,7	21,4	1009,7	1009,8	1009,7	2,7	100	8,8	0	0
03/10/20	3	26,6	26,7	26,6	72	73	72	21,1	21,4	21,1	1009,4	1009,7	1009,4	3,8	106	7,2	0	0
03/10/20	4	26,4	26,7	26,4	71	72	69	20,9	21,1	20,5	1008,8	1009,4	1008,8	3,4	95	8,6	0	0
03/10/20	5	26,2	26,5	26,1	73	73	71	21	21	20,9	1008,4	1008,8	1008,3	2,8	104	9	0	0
03/10/20	6	26,3	26,4	26,2	71	73	70	20,5	21,1	20,5	1008,2	1008,4	1008,2	2,4	111	7	0	0
03/10/20	7	25,9	26,3	25,9	72	72	70	20,5	20,5	20,3	1008,4	1008,4	1008,1	2,1	123	7	0	0
03/10/20	8	25,8	26,1	25,7	72	73	71	20,4	20,6	20,4	1009	1009	1008,4	2,4	130	7	0	0
03/10/20	9	25,4	25,8	25,4	74	74	72	20,5	20,6	20,4	1009,6	1009,6	1009	1,6	141	6,2	16,25	0
03/10/20	10	26	26	25,2	71	75	71	20,3	20,8	20,3	1010,3	1010,3	1009,6	3,3	164	7,6	343,82	0
03/10/20	11	28	28	25,9	60	71	60	19,4	20,4	19,3	1010,4	1010,4	1010,2	3,8	154	7,8	989,44	0
03/10/20	12	29,9	30	27,7	49	60	49	18	19,2	17,8	1010,7	1010,7	1010,4	3,8	160	9,4	1762,07	0
03/10/20	13	31,1	31,1	29,4	46	50	45	18,1	18,4	17,3	1010,4	1010,7	1010,4	4,1	139	11	2212,57	0
03/10/20	14	31,5	32,4	30,4	41	46	39	16,8	18,4	16,4	1009,7	1010,4	1009,7	5,2	110	9,9	2735,92	0
03/10/20	15	32	32,6	31,3	37	42	37	15,4	17,2	15,4	1008,9	1009,7	1008,9	6,3	101	11,7	2984,52	0
03/10/20	16	31,4	32,7	31,3	41	41	37	16,4	17,1	15,4	1007,9	1008,9	1007,9	5,4	96	11,5	2824,69	0
03/10/20	17	31,4	32,5	30,9	40	42	37	16,4	17,3	15,8	1007,3	1007,9	1007,3	5	109	11,7	2486,09	0

ANEXO A - VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS (INMET)																		
Consulta Dados da Estação Automática: FORTALEZA A305																		
Data Inicial:		01/10/2020									Data Final:		15/10/2020					
Data	Hora	Temperatura (o c)			Umidade (%)			Pto. Orvalho CC)			Pressão (hPa)			Vento (m/s)			Radiação	Chuva
	UTC	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Vel.	Dir. (°)	Raj.	(kJ/m ²)	(mm)
03/10/20	18	31,3	31,7	30,6	41	43	39	16,5	16,9	15,8	1006,8	1007,3	1006,8	4,9	98	11,7	2044,06	0
03/10/20	19	31,3	31,8	30,9	38	42	37	15,3	16,9	15,2	1006,4	1006,8	1006,3	3,9	89	10,8	1447,99	0
03/10/20	20	29,2	31,3	29,2	44	44	37	15,7	15,9	14,7	1006,9	1006,9	1006,3	4	70	9,7	736,43	0
03/10/20	21	27,2	29,2	27,2	59	59	44	18,6	18,6	15,6	1007,7	1007,7	1006,9	3,1	67	8,5	81,75	0
03/10/20	22	26,5	27,2	26,5	70	70	59	20,5	20,6	18,6	1008,6	1008,6	1007,7	2,1	77	7,3	0	0
03/10/20	23	26,6	26,6	26,4	73	73	70	21,4	21,4	20,5	1009,7	1009,7	1008,6	2,3	91	5,8	0	0
04/10/20	0	26,7	26,8	26,6	75	75	73	21,9	21,9	21,5	1010,4	1010,4	1009,6	2,9	88	6	0	0
04/10/20	1	26,3	26,7	26,2	77	77	75	22	22	21,8	1010,6	1010,7	1010,4	2,6	95	6	0	0
04/10/20	2	26,2	26,3	26	76	77	76	21,5	21,9	21,5	1010,8	1010,8	1010,6	2,1	99	5,8	0	0
04/10/20	3	26,3	26,3	26,1	73	76	73	21	21,5	21	1010,2	1010,8	1010,2	3	98	6,4	0	0
04/10/20	4	25,8	26,3	25,8	77	77	73	21,4	21,6	21	1009,6	1010,2	1009,6	1,8	103	6,4	0	0
04/10/20	5	25,7	25,8	25,5	75	77	74	20,8	21,5	20,7	1009,2	1009,6	1009,2	1,8	104	4,6	0	0
04/10/20	6	25,4	25,7	25,4	76	76	75	20,9	21,1	20,8	1009	1009,2	1009	1,3	123	4,4	0	0
04/10/20	7	25,4	25,5	25,2	78	78	76	21,3	21,3	20,9	1008,9	1009	1008,9	1,7	118	5,3	0	0
04/10/20	8	25,6	25,8	25,4	78	78	76	21,4	21,4	21,2	1009,5	1009,5	1008,9	1,9	127	5,7	0	0
04/10/20	9	25,2	25,7	25	79	80	77	21,4	21,5	21,1	1009,8	1009,9	1009,5	1,2	154	4,5	21,48	0
04/10/20	10	27,3	27,3	25,2	73	79	73	22	22,1	21,4	1010,1	1010,1	1009,8	1,9	148	5,2	461,48	0
04/10/20	11	28,4	29,1	26,7	64	74	63	21	22,3	21	1010,3	1010,3	1010,1	3,1	140	8,2	1153,86	0
04/10/20	12	29,8	29,9	28	58	65	58	20,7	21,4	20,3	1010,5	1010,6	1010,3	3,9	140	8,8	1244,38	0
04/10/20	13	31,5	32,1	29,8	52	58	49	20,4	21	19,8	1010,5	1010,6	1010,4	4,6	109	9,4	2519,77	0
04/10/20	14	32,5	32,5	31	50	53	48	20,6	20,8	19,3	1009,6	1010,5	1009,6	4,4	115	10	2786,97	0
04/10/20	15	32	32,7	31,3	50	51	47	20,2	20,4	19,4	1008,7	1009,6	1008,6	4,9	98	10,6	3005,19	0

ANEXO A - VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS (INMET)																		
Consulta Dados da Estação Automática: FORTALEZA A305																		
Data Inicial:		01/10/2020									Data Final:		15/10/2020					
Data	Hora	Temperatura (o c)			Umidade (%)			Pto. Orvalho CC)			Pressão (hPa)			Vento (m/s)			Radiação	Chuva
	UTC	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Vel.	Dir. (°)	Raj.	(kJ/m ²)	(mm)
04/10/20	16	31,5	32,6	31	49	52	47	19,5	20,6	19,1	1008	1008,7	1008	5,1	106	11,1	2820,97	0
04/10/20	17	30,8	32,3	30,6	54	54	47	20,4	20,4	18,8	1007,2	1008,1	1007,2	5,3	93	10	2497,38	0
04/10/20	18	29,9	31,1	29,8	56	58	52	20,2	21,2	19,9	1006,9	1007,3	1006,8	5,7	92	11,8	2074,09	0
04/10/20	19	28,8	30,1	28,8	61	61	55	20,5	21,1	19,9	1007,1	1007,1	1006,8	5,3	86	11,8	1473,87	0
04/10/20	20	28	29,1	28	65	66	60	20,9	21,1	20,2	1007,7	1007,7	1007	3,7	80	9,4	750,31	0
04/10/20	21	26,8	28	26,8	72	72	65	21,3	21,3	20,9	1008,1	1008,1	1007,7	2,7	76	7,3	88,48	0
04/10/20	22	26,6	26,8	26,6	73	73	72	21,5	21,6	21,3	1008,8	1008,8	1008,1	2	67	6,5	0	0
04/10/20	23	26,4	26,6	26,4	75	76	73	21,6	21,7	21,4	1009,5	1009,5	1008,8	2,2	66	6,6	0	0
05/10/20	0	26,2	26,5	26,1	74	75	73	21,2	21,7	21,1	1010,1	1010,1	1009,5	1,8	99	5,2	0	0
05/10/20	1	26,3	26,4	26,2	77	77	73	21,9	21,9	21,1	1010,6	1010,6	1010,1	2,4	98	6,9	0	0
05/10/20	2	26,2	26,3	26,2	77	78	77	21,9	22,1	21,8	1010,6	1010,7	1010,6	2,7	98	6,6	0	0
05/10/20	3	26	26,2	25,9	78	78	77	21,9	21,9	21,7	1009,9	1010,6	1009,9	2,9	102	7	0	0
05/10/20	4	25,9	26	25,9	77	78	77	21,6	21,9	21,6	1009,2	1009,9	1009,2	1,9	106	7	0	0
05/10/20	5	26	26	25,9	78	78	76	21,8	21,9	21,5	1008,6	1009,2	1008,6	2,5	108	6,7	0	0
05/10/20	6	26,1	26,2	25,9	78	78	77	21,9	21,9	21,7	1008,5	1008,6	1008,4	2,5	115	7,6	0	0
05/10/20	7	26	26,1	25,8	78	79	77	21,7	21,9	21,7	1008,9	1008,9	1008,5	2,3	129	6,5	0	0
05/10/20	8	25,7	26	25,7	78	78	78	21,5	21,8	21,5	1009,3	1009,3	1008,9	2,3	137	6,8	0	0
05/10/20	9	25,5	25,7	25,4	76	78	76	21	21,5	21	1009,8	1009,8	1009,3	2,3	150	6,3	17,55	0
05/10/20	10	26,1	26,4	25,4	73	76	73	20,9	21,6	20,8	1010,4	1010,5	1009,8	2,6	162	6,3	350,15	0
05/10/20	11	27,7	28,1	26	65	74	63	20,5	21,2	20	1011,1	1011,1	1010,4	3,3	147	7,7	1022,57	0
05/10/20	12	29,4	29,5	27,5	57	65	56	20,1	20,9	19,3	1011,4	1011,4	1011,1	3,5	143	8,2	1488	0
05/10/20	13	30,2	31,2	28,6	53	58	50	19,4	20,6	18,9	1011,1	1011,5	1011,1	3,8	125	8,9	1808,71	0

ANEXO A - VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS (INMET)																		
Consulta Dados da Estação Automática: FORTALEZA A305																		
Data Inicial:		01/10/2020									Data Final:		15/10/2020					
Data	Hora	Temperatura (o c)			Umidade (%)			Pto. Orvalho CC)			Pressão (hPa)			Vento (m/s)			Radiação	Chuva
	UTC	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Vel.	Dir. (°)	Raj.	(kJ/m ²)	(mm)
05/10/20	14	30,7	31,2	29	52	56	51	19,6	20,3	18,8	1010,8	1011,1	1010,7	4,7	116	11	2249,95	0
05/10/20	15	31,4	31,8	30,1	47	54	43	18,8	20,2	17,5	1009,8	1010,8	1009,8	5,2	114	10,3	2632,55	0
05/10/20	16	30,5	31,9	30,5	52	52	44	19,5	19,9	17,7	1008,9	1009,8	1008,9	5,6	105	11,6	2811,65	0
05/10/20	17	30,1	31,2	30,1	54	55	51	19,8	20,3	19,4	1008,2	1009	1008,1	5,1	103	11,8	2427,43	0
05/10/20	18	30	31,1	29,5	56	58	52	20,2	20,7	19,6	1007,6	1008,2	1007,6	5,1	87	11,8	1946,88	0
05/10/20	19	29,2	30	28,8	60	61	56	20,5	21,1	20,1	1007,8	1007,8	1007,6	4,5	94	10,4	1470,4	0
05/10/20	20	28,1	29,4	28	63	63	57	20,4	20,7	19,7	1008,4	1008,4	1007,8	4,3	84	9,3	734,41	0
05/10/20	21	27	28,1	27	70	70	63	21	21	20,2	1009	1009	1008,4	3,2	87	9,3	80,72	0
05/10/20	22	26,8	27	26,6	72	72	69	21,3	21,3	20,9	1009,8	1009,8	1009	3,1	89	6,4	0	0
05/10/20	23	26,6	26,8	26,5	71	74	71	20,9	21,4	20,9	1010,4	1010,4	1009,8	3	102	7,2	0	0
06/10/20	0	26,6	26,7	26,5	72	73	71	21,1	21,2	20,9	1011	1011	1010,4	3	97	6,7	0	0
06/10/20	1	26,3	26,6	26,3	72	73	71	20,9	21,2	20,9	1011,3	1011,4	1011	1,7	105	6,3	0	0
06/10/20	2	26,9	26,9	26,3	70	72	69	20,9	21	20,6	1011,2	1011,4	1011,2	4	102	7,2	0	0
06/10/20	3	26,7	26,9	26,7	72	73	70	21,1	21,4	20,9	1010,6	1011,2	1010,6	4,3	104	9,5	0	0
06/10/20	4	26,5	26,7	26,5	70	73	69	20,5	21,3	20,5	1010,2	1010,6	1010,2	3,9	109	9,5	0	0
06/10/20	5	26,4	26,5	26,3	70	70	69	20,3	20,5	20,2	1009,8	1010,2	1009,8	3,5	106	9,4	0	0
06/10/20	6	25,9	26,4	25,9	73	73	69	20,7	20,7	20,3	1009,5	1009,8	1009,5	2,9	107	8,7	0	0
06/10/20	7	25,5	26	25,4	73	76	73	20,3	21	20,2	1009,5	1009,5	1009,3	2,8	130	7,2	0	0
06/10/20	8	25,4	25,5	25,3	72	74	72	20,1	20,3	20,1	1010,2	1010,2	1009,5	3	136	6,6	0	0
06/10/20	9	25	25,4	25	74	74	72	20,1	20,2	20	1011	1011	1010,2	1,6	157	6,8	23,53	0
06/10/20	10	25,6	25,6	24,9	72	75	72	20,2	20,5	20	1011,7	1011,7	1011	2,5	174	5,3	368,24	0
06/10/20	11	26,5	26,6	25,5	68	73	67	20,1	20,4	19,8	1012,3	1012,3	1011,7	2,6	150	7	653,01	0

ANEXO A - VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS (INMET)																		
Consulta Dados da Estação Automática: FORTALEZA A305																		
Data Inicial:		01/10/2020									Data Final:		15/10/2020					
Data	Hora	Temperatura (o c)			Umidade (%)			Pto. Orvalho CC)			Pressão (hPa)			Vento (m/s)			Radiação	Chuva
	UTC	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Vel.	Dir. (°)	Raj.	(kJ/m 2)	(mm)
06/10/20	12	29,2	29,6	26,5	55	68	54	19,2	20,5	19	1012,2	1012,4	1012,2	3,6	130	8,2	1439,99	0
06/10/20	13	30,4	30,6	28,7	46	56	46	17,5	20	17,5	1012	1012,3	1012	3,8	120	9	1798,61	0
06/10/20	14	31,8	31,9	29,4	41	48	41	17	18	16,5	1011,6	1012,1	1011,6	4,6	110	10,3	2720,28	0
06/10/20	15	31,8	32	30,6	41	46	40	16,8	17,8	16,5	1010,7	1011,6	1010,7	4,7	109	12	3017,78	0
06/10/20	16	31,7	32,3	31	42	45	39	17,3	17,9	16,2	1010	1010,7	1010	5,2	105	11,1	2823,33	0
06/10/20	17	31,5	32,5	31,1	40	43	39	16,4	17,5	15,9	1009,2	1010	1009,2	5	115	12,3	2495,22	0
06/10/20	18	30,4	31,9	30,2	49	49	39	18,3	18,3	15,7	1008,7	1009,2	1008,7	4,9	101	11,8	2062,91	0
06/10/20	19	29,3	30,7	29,3	53	54	47	18,8	19,2	17,6	1008,7	1008,7	1008,5	4,4	101	10,2	1476,27	0
06/10/20	20	28	29,3	28	62	62	53	20,1	20,1	18,7	1008,9	1008,9	1008,7	4,2	87	9,2	754,39	0
06/10/20	21	27	28	27	70	70	62	21	21	20	1009,1	1009,1	1008,8	3	85	8,2	85,42	0
06/10/20	22	26,8	27	26,7	73	73	70	21,5	21,5	21	1009,9	1009,9	1009,1	3,1	91	6,5	0	0
06/10/20	23	26,4	26,8	26,3	76	76	73	21,8	21,8	21,4	1011	1011	1009,9	2,6	106	6,4	0	0
07/10/20	0	26,2	26,5	26,1	77	77	76	21,9	21,9	21,7	1011,8	1011,8	1011	2,6	103	6,4	0	0
07/10/20	1	26	26,2	26	78	78	77	21,9	22	21,8	1012	1012	1011,8	2,4	105	5,6	0	0
07/10/20	2	26	26	25,8	77	79	77	21,6	22	21,6	1011,9	1012	1011,8	2,4	105	5,6	0	0
07/10/20	3	25,9	26	25,8	77	77	76	21,5	21,6	21,3	1011,5	1011,9	1011,5	2,5	97	5,9	0	0
07/10/20	4	25,8	26	25,8	78	78	76	21,7	21,8	21,5	1010,8	1011,5	1010,8	2,5	99	7	0	0
07/10/20	5	25,6	25,9	25,5	79	79	77	21,7	21,7	21,5	1010,7	1010,8	1010,7	1,6	105	7	0	0
07/10/20	6	25,7	25,8	25,6	78	79	78	21,7	21,9	21,5	1010,4	1010,7	1010,4	2,2	112	5,3	0	0
07/10/20	7	25,5	25,8	25,5	78	79	77	21,3	21,7	21,3	1010,6	1010,7	1010,4	2,1	114	6,4	0	0
07/10/20	8	25,3	25,6	25,3	78	79	78	21,3	21,6	21,2	1011	1011	1010,6	1,8	126	6,4	0	0
07/10/20	9	24,8	25,4	24,8	81	81	78	21,3	21,6	21,3	1011,5	1011,5	1011	1,1	178	4,6	24,18	0

ANEXO A - VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS (INMET)																		
Consulta Dados da Estação Automática: FORTALEZA A305																		
Data Inicial:		01/10/2020									Data Final:		15/10/2020					
Data	Hora	Temperatura (o c)			Umidade (%)			Pto. Orvalho CC)			Pressão (hPa)			Vento (m/s)			Radiação	Chuva
	UTC	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Vel.	Dir. (°)	Raj.	(kJ/m ²)	(mm)
07/10/20	10	25,8	26,2	24,8	78	82	77	21,6	22,2	21,3	1012,3	1012,3	1011,5	2,3	165	5,3	329,44	0
07/10/20	11	28,1	28,2	25,8	68	78	68	21,6	22,1	21,2	1012,9	1012,9	1012,3	3,1	164	5,9	1069,01	0
07/10/20	12	30,2	30,2	27,8	57	68	56	20,6	21,7	20,2	1013,1	1013,2	1012,9	3,7	113	8	1636,31	0
07/10/20	13	30,9	31,7	30,1	50	56	48	19,1	20,6	18,7	1013,1	1013,2	1013	4,5	110	10,3	2613,07	0
07/10/20	14	31,5	32,3	30,8	50	51	45	19,8	20	18,4	1012,6	1013,2	1012,6	4,8	102	10,5	2973,64	0
07/10/20	15	30,6	32,8	30,4	52	52	46	19,4	20,5	18,6	1011,8	1012,6	1011,7	4,4	113	11,1	2475	0
07/10/20	16	31,5	32,6	30,6	50	53	46	19,7	20,1	18,7	1011	1011,8	1010,9	4	107	11,5	2591,46	0
07/10/20	17	31,4	32,5	30,7	50	53	48	19,8	20,4	18,9	1010,2	1011	1010,1	4,3	115	11,1	2485,93	0
07/10/20	18	30,7	31,5	30	55	57	50	20,6	21,1	19,4	1009,9	1010,2	1009,9	5,6	89	10,2	2090,68	0
07/10/20	19	29,7	30,9	29,3	56	58	53	20,1	20,8	19,8	1009,7	1009,9	1009,7	4,6	88	10,4	1454,68	0
07/10/20	20	27,9	29,7	27,9	65	65	56	20,7	20,8	19,8	1010,4	1010,4	1009,7	4,7	93	9,1	724,93	0
07/10/20	21	27	27,9	27	72	72	65	21,5	21,6	20,6	1010,8	1010,8	1010,4	2,9	87	9,1	47,87	0
07/10/20	22	26,7	27	26,6	74	74	72	21,7	21,7	21,4	1011,3	1011,3	1010,8	2,3	104	5,6	0	0
07/10/20	23	26,5	26,7	26,4	76	76	74	22	22	21,7	1011,9	1011,9	1011,3	2,2	97	6,1	0	0
08/10/20	0	26,4	26,6	26,3	78	78	76	22,2	22,2	21,9	1012,5	1012,5	1011,9	2,4	95	5,2	0	0
08/10/20	1	26,4	26,5	26,3	78	78	77	22,1	22,3	22,1	1012,8	1012,8	1012,5	2,5	99	4,9	0	0
08/10/20	2	26,1	26,5	26,1	78	78	77	21,9	22,2	21,9	1012,3	1012,8	1012,3	2,2	102	6,1	0	0
08/10/20	3	25,7	26,1	25,6	78	78	77	21,5	21,9	21,5	1011,9	1012,3	1011,9	1,2	114	5	0	0
08/10/20	4	25,6	25,7	25,5	79	79	78	21,7	21,7	21,4	1010,9	1011,9	1010,9	1,7	120	3,6	0	0
08/10/20	5	25,5	25,6	25,5	78	80	78	21,3	21,7	21,3	1010,5	1010,9	1010,5	1,6	115	4,1	0	0
08/10/20	6	24,7	25,6	24,7	81	81	77	21,2	21,4	21,1	1010,1	1010,5	1010,1	0,8	188	3,8	0	0
08/10/20	7	24,3	24,7	24,1	84	84	81	21,5	21,5	21,1	1010,4	1010,4	1010,1	0,1	189	1,9	0	0

ANEXO A - VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS (INMET)																		
Consulta Dados da Estação Automática: FORTALEZA A305																		
Data Inicial:		01/10/2020									Data Final:		15/10/2020					
Data	Hora	Temperatura (o c)			Umidade (%)			Pto. Orvalho CC)			Pressão (hPa)			Vento (m/s)			Radiação	Chuva
	UTC	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Vel.	Dir. (°)	Raj.	(kJ/m ²)	(mm)
08/10/20	8	23,8	24,3	23,8	85	85	84	21	21,5	21	1010,9	1010,9	1010,3	0,2	185	1,7	0	0
08/10/20	9	24,7	24,7	23,8	83	85	83	21,7	21,7	21,1	1011,6	1011,6	1010,9	0,7	152	2	29,53	0
08/10/20	10	26,1	26,1	24,7	76	83	75	21,4	22	21,1	1012,3	1012,3	1011,6	1,3	142	3,1	326,64	0
08/10/20	11	28,7	29,2	26,1	60	76	59	20	22	20	1012,7	1012,7	1012,3	3,8	99	8	984,69	0
08/10/20	12	29,9	30	28	56	63	56	20,2	20,8	19,8	1012,9	1012,9	1012,7	4,2	99	11	1660,19	0
08/10/20	13	30,1	30,8	29	54	59	53	19,9	20,5	19,4	1013	1013,2	1012,9	4	109	11	2186,6	0
08/10/20	14	31,1	32	29,4	52	59	49	20	21,2	19,3	1012,4	1013	1012,4	4,3	106	9,1	2618,74	0
08/10/20	15	30,3	31,5	30,2	55	55	49	20,1	20,7	18,9	1011,3	1012,4	1011,3	4,3	99	9,6	2634,42	0
08/10/20	16	31,1	32,2	30,1	52	55	49	20,1	20,6	19,5	1010,2	1011,3	1010,2	4,3	91	9,1	2561,48	0
08/10/20	17	30,4	31,9	30,2	53	53	46	19,6	20,4	17,8	1009,6	1010,2	1009,5	4,2	103	8,8	2479,41	0
08/10/20	18	30,1	30,8	29,7	55	56	50	20,2	20,3	19,1	1009,2	1009,6	1009,2	4,3	98	9,9	2114,63	0
08/10/20	19	28,9	30,3	28,5	61	62	52	20,5	20,8	19,1	1009,4	1009,5	1009,2	2,9	99	8,9	1478,85	0
08/10/20	20	27,9	29,2	27,6	65	66	59	20,7	21,1	20	1010,1	1010,1	1009,4	2,9	89	7,8	685	0
08/10/20	21	26,7	27,9	26,6	71	71	65	20,9	21	20,7	1010,2	1010,2	1010,1	2,3	77	7	70,42	0
08/10/20	22	26	26,7	26	75	75	71	21,2	21,3	20,8	1010,8	1010,8	1010,2	1,4	53	4,5	0	0
08/10/20	23	26	26,1	25,8	77	78	75	21,7	21,7	21,2	1011,6	1011,6	1010,8	1,4	59	4	0	0
09/10/20	0	26	26	25,9	77	78	77	21,6	21,9	21,5	1011,9	1012	1011,6	1,6	66	4,3	0	0
09/10/20	1	26,1	26,1	25,9	76	77	75	21,5	21,6	21,3	1012,2	1012,2	1011,9	2,1	84	5,4	0	0
09/10/20	2	26,2	26,2	26	75	76	74	21,4	21,5	21,1	1012,3	1012,3	1012,1	2,4	92	6,4	0	0
09/10/20	3	25,9	26,2	25,9	75	75	74	21	21,4	21	1011,6	1012,3	1011,6	2,6	94	5,9	0	0
09/10/20	4	25,6	25,9	25,5	77	77	74	21,3	21,3	20,9	1011	1011,6	1011	1,8	98	5,9	0	0
09/10/20	5	25,5	25,7	25,4	76	77	76	21	21,3	20,9	1010,6	1011	1010,6	2	97	4,4	0	0

ANEXO A - VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS (INMET)																		
Consulta Dados da Estação Automática: FORTALEZA A305																		
Data Inicial:		01/10/2020									Data Final:		15/10/2020					
Data	Hora	Temperatura (o c)			Umidade (%)			Pto. Orvalho CC)			Pressão (hPa)			Vento (m/s)			Radiação	Chuva
	UTC	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Vel.	Dir. (°)	Raj.	(kJ/m ²)	(mm)
09/10/20	6	25,7	25,7	25,5	76	77	75	21,1	21,2	20,9	1010,3	1010,7	1010,3	2,5	97	5,3	0	0
09/10/20	7	25,5	25,7	25,4	76	76	76	21	21,1	20,9	1010,6	1010,6	1010,3	2,1	96	5,1	0	0
09/10/20	8	25,2	25,5	25,1	76	78	76	20,7	21,2	20,7	1011,3	1011,3	1010,6	1,8	105	4,2	0	0
09/10/20	9	25	25,2	24,8	81	81	76	21,4	21,4	20,7	1011,9	1011,9	1011,3	0,8	121	4,1	23,69	0
09/10/20	10	27,1	27,2	25	72	81	72	21,6	21,9	21,4	1012,6	1012,6	1011,9	1,7	149	4,4	487,57	0
09/10/20	11	28,7	28,9	26,8	63	73	62	21	22	20,7	1012,9	1013	1012,6	3,8	113	8,4	1002,1	0
09/10/20	12	30,3	30,4	28,4	57	65	54	20,9	21,8	19,6	1013,3	1013,4	1012,9	3,5	105	8,7	1669,5	0
09/10/20	13	30,7	31,2	29,8	53	57	50	20	20,7	19,5	1013,2	1013,4	1013,1	3,8	98	8,7	2375,42	0
09/10/20	14	31,2	31,7	30,1	52	57	50	20,3	21	19,5	1012,6	1013,2	1012,5	4,6	96	10,5	2916,83	0
09/10/20	15	30,8	31,8	30,6	53	53	47	20,1	20,6	18,8	1011,4	1012,6	1011,4	4,7	98	9,3	3047,4	0
09/10/20	16	31,2	31,8	30,5	50	54	50	19,6	20,9	19,1	1010,3	1011,4	1010,3	3,7	107	9,5	2728,21	0
09/10/20	17	31	31,4	30,4	48	55	48	18,8	20,8	18,8	1009,4	1010,3	1009,4	3,6	94	9,4	2286,05	0
09/10/20	18	30,3	31,6	30	53	53	48	19,7	19,7	18,3	1009	1009,5	1009	3,9	79	8,4	2107,07	0
09/10/20	19	29,1	30,6	29,1	58	58	52	20,1	20,2	19,2	1009,1	1009,1	1008,9	2,9	80	8,4	1449,15	0
09/10/20	20	28,1	29,4	28	63	63	57	20,4	20,4	19,4	1009,6	1009,6	1009,1	2,3	93	6,9	798,17	0
09/10/20	21	26,8	28,1	26,8	69	69	62	20,6	20,8	20	1010,1	1010,1	1009,6	2,2	79	5,4	93,76	0
09/10/20	22	26,2	26,8	26,1	73	73	69	20,9	21,1	20,6	1010,3	1010,3	1010	1,4	46	4,3	0	0
09/10/20	23	25,6	26,2	25,6	76	76	73	21	21	20,8	1010,7	1010,7	1010,3	0,9	56	3	0	0
10/10/20	0	25,4	25,6	25,1	78	79	75	21,3	21,4	20,9	1011,4	1011,4	1010,7	0,7	53	2,5	0	0
10/10/20	1	25,3	25,4	24,9	80	80	78	21,5	21,5	21,1	1012	1012	1011,4	1	69	2,3	0	0
10/10/20	2	25,3	25,5	25,1	80	80	79	21,6	21,7	21,3	1011,8	1012	1011,8	1,3	64	3,8	0	0
10/10/20	3	24,6	25,4	24,6	82	82	80	21,3	21,7	21,1	1011,2	1011,8	1011,2	0,2	91	3,9	0	0

ANEXO A - VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS (INMET)																		
Consulta Dados da Estação Automática: FORTALEZA A305																		
Data Inicial:		01/10/2020									Data Final:		15/10/2020					
Data	Hora	Temperatura (o c)			Umidade (%)			Pto. Orvalho CC)			Pressão (hPa)			Vento (m/s)			Radiação	Chuva
	UTC	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Vel.	Dir. (°)	Raj.	(kJ/m ²)	(mm)
10/10/20	4	24,4	24,7	24,3	83	83	81	21,2	21,4	21,1	1010,5	1011,2	1010,5	0,3	78	2,1	0	0
10/10/20	5	24,2	24,4	24	83	85	83	21,2	21,4	21	1010	1010,5	1010	0,6	95	2,3	0	0
10/10/20	6	23,8	24,2	23,8	85	85	83	21,1	21,2	20,9	1009,9	1010	1009,9	0,9	186	1,8	0	0
10/10/20	7	23,1	23,8	23,1	87	87	85	20,8	21,1	20,8	1010,3	1010,3	1009,9	0,6	177	1,7	0	0
10/10/20	8	22,7	23,1	22,6	89	89	87	20,7	20,8	20,6	1010,8	1010,8	1010,3	0,2	170	1,3	0	0
10/10/20	9	22,9	22,9	22,5	90	90	89	21	21	20,6	1011,4	1011,4	1010,8	0,1	167	1,2	24,57	0
10/10/20	10	26	26	22,9	80	90	80	22,3	22,7	21,1	1012,1	1012,1	1011,4	1	166	2,4	512,55	0
10/10/20	11	28,3	28,6	25,9	63	80	63	20,5	22,7	20,5	1012,7	1012,7	1012,1	2,7	102	6,8	887,29	0
10/10/20	12	30,3	30,4	27,4	54	69	54	20,1	21,5	19,8	1013,2	1013,2	1012,7	3,6	95	7,4	1383,94	0
10/10/20	13	31,2	31,4	29,5	54	56	51	20,7	20,7	19,2	1013	1013,3	1012,9	3,4	102	8,5	2455,57	0
10/10/20	14	31,6	31,8	30,2	50	55	49	19,7	21	19,2	1012,2	1013	1012,2	3,3	101	9,1	2858,16	0
10/10/20	15	30,5	32	30,2	52	55	45	19,5	20,3	18,2	1011,4	1012,2	1011,4	3,9	85	8,5	2945,11	0
10/10/20	16	31	32,3	30,2	53	55	47	20,2	21	19,3	1010,5	1011,5	1010,5	3,9	96	7,6	2719,92	0
10/10/20	17	31,2	32,3	30,6	49	54	47	19,3	21,1	19,3	1009,5	1010,5	1009,5	3,4	75	8,1	2493,54	0
10/10/20	18	30,1	32	30,1	57	57	49	20,6	20,7	19,3	1009,1	1009,5	1009,1	4,3	86	8,5	2063,23	0
10/10/20	19	29,4	30,4	29,4	59	59	55	20,6	21,2	20	1009,3	1009,3	1009	3,8	94	8	1468,61	0
10/10/20	20	28,2	29,5	28,2	67	67	59	21,5	21,5	20,5	1009,5	1009,5	1009,2	3,3	85	7,9	715,73	0
10/10/20	21	27,3	28,2	27,1	73	73	67	22	22	21,4	1010	1010	1009,5	2,5	86	6,4	65,23	0
10/10/20	22	27	27,3	26,9	75	75	73	22,2	22,2	21,9	1010,2	1010,2	1010	2,7	80	5,9	0	0
10/10/20	23	26,6	27	26,5	77	77	75	22,2	22,3	22,1	1010,4	1010,4	1010,1	1,6	65	5,5	0	0
11/10/20	0	26,5	26,7	26,4	78	78	77	22,3	22,4	22	1010,9	1010,9	1010,4	1,6	62	5,3	0	0
11/10/20	1	26,5	26,5	26,4	78	78	77	22,3	22,3	22,1	1011,1	1011,1	1010,9	1,3	57	4,2	0	0

ANEXO A - VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS (INMET)																		
Consulta Dados da Estação Automática: FORTALEZA A305																		
Data Inicial:		01/10/2020									Data Final:		15/10/2020					
Data	Hora	Temperatura (o c)			Umidade (%)			Pto. Orvalho CC)			Pressão (hPa)			Vento (m/s)			Radiação	Chuva
	UTC	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Vel.	Dir. (°)	Raj.	(kJ/m ²)	(mm)
11/10/20	2	26,1	26,5	26	78	78	77	21,9	22,3	21,7	1010,8	1011,2	1010,8	0,9	72	4,6	0	0
11/10/20	3	25,8	26,2	25,7	80	80	78	22	22,1	21,7	1010,3	1010,8	1010,3	1,5	106	4,1	0	0
11/10/20	4	25,3	25,8	25,3	81	82	79	21,8	22	21,8	1009,5	1010,3	1009,5	1,3	104	4,1	0	0
11/10/20	5	24,9	25,3	24,7	82	83	81	21,7	21,9	21,5	1009,1	1009,5	1009,1	1,2	108	2,9	0	0
11/10/20	6	24,7	25	24,6	83	83	81	21,5	21,7	21,3	1009	1009,1	1009	0,3	130	2,7	0	0
11/10/20	7	24,1	24,9	24,1	84	84	82	21,3	21,8	21,3	1009,7	1009,7	1009	0,8	181	1,6	0	0
11/10/20	8	24,3	24,3	23,8	86	87	84	21,8	21,9	21,3	1010,6	1010,6	1009,7	0,6	171	2	0	0
11/10/20	9	24,2	24,3	23,9	87	87	86	21,8	21,8	21,5	1011,1	1011,1	1010,6	0,4	164	1,5	30,16	0
11/10/20	10	26,2	26,2	24,2	79	87	79	22,2	22,5	21,7	1011,8	1011,8	1011,1	0,9	139	2,6	315,59	0
11/10/20	11	28,2	28,5	26,2	69	79	67	22	22,6	21,2	1012,2	1012,2	1011,8	2,4	117	5,3	954,26	0
11/10/20	12	30,2	30,7	28,3	57	69	56	20,6	22,2	20,3	1012,5	1012,5	1012,2	3,4	87	7,9	1679,71	0
11/10/20	13	30,3	31,5	29,5	56	60	53	20,5	21,3	19,7	1012,4	1012,6	1012,4	3,2	91	7,2	2140,32	0
11/10/20	14	30,8	32,3	29,8	52	58	48	19,9	21,1	19,3	1012,1	1012,5	1012,1	3,9	99	7,6	2642,45	0
11/10/20	15	31,8	32,3	30,7	48	53	45	19,4	20,7	18,5	1011,4	1012,1	1011,3	3,2	86	7,9	2941,57	0
11/10/20	16	31,6	32,7	31,1	51	52	46	20,4	20,4	19	1010,4	1011,3	1010,4	4	85	8,3	2641,35	0
11/10/20	17	31,5	33,1	31,3	48	52	44	19,2	20,6	18,4	1009,6	1010,4	1009,6	3,9	102	8,6	2441,86	0
11/10/20	18	30,4	31,8	30,4	53	54	48	19,7	20,3	19,1	1009,3	1009,6	1009,3	4,1	94	8,9	2029,3	0
11/10/20	19	29,5	30,6	29,3	57	58	53	20,2	20,9	19,7	1009,4	1009,4	1009,3	3,7	95	7,7	1444,46	0
11/10/20	20	28,1	29,6	28,1	64	64	57	20,6	21	20,2	1009,6	1009,6	1009,4	3,4	92	7,4	720,09	0
11/10/20	21	26,8	28,1	26,8	71	71	63	21	21,1	20,5	1010,2	1010,2	1009,6	2,8	104	6,9	74,85	0
11/10/20	22	26,3	26,9	26,3	74	74	71	21,4	21,5	21,1	1010,8	1010,8	1010,2	2,2	101	5,1	0	0
11/10/20	23	26,1	26,4	26	77	77	74	21,7	21,8	21,4	1010,8	1010,9	1010,8	1,2	72	4,8	0	0

ANEXO A - VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS (INMET)																		
Consulta Dados da Estação Automática: FORTALEZA A305																		
Data Inicial:		01/10/2020									Data Final:		15/10/2020					
Data	Hora	Temperatura (o c)			Umidade (%)			Pto. Orvalho CC)			Pressão (hPa)			Vento (m/s)			Radiação	Chuva
	UTC	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Vel.	Dir. (°)	Raj.	(kJ/m ²)	(mm)
12/10/20	0	26	26,2	25,8	79	79	76	22	22	21,5	1011,3	1011,3	1010,8	1,6	79	4	0	0
12/10/20	1	25,7	26	25,5	81	81	79	22,1	22,1	21,7	1011,7	1011,7	1011,3	1,5	99	4,3	0	0
12/10/20	2	25,5	25,7	25,4	80	81	80	21,8	22,1	21,7	1011,6	1011,7	1011,6	1,5	103	4,3	0	0
12/10/20	3	25,7	25,8	25,4	79	81	79	21,7	22	21,7	1010,8	1011,6	1010,8	2,1	96	5	0	0
12/10/20	4	25,3	25,7	25,3	80	80	79	21,5	21,9	21,5	1010,2	1010,8	1010,2	1,5	102	4,4	0	0
12/10/20	5	24,8	25,3	24,7	82	82	80	21,5	21,6	21,3	1009,6	1010,3	1009,6	1,4	102	3	0	0
12/10/20	6	24,5	24,8	24,5	83	83	81	21,3	21,5	21,3	1009,5	1009,6	1009,5	0,8	153	3	0	0
12/10/20	7	23,5	24,5	23,5	87	87	83	21,2	21,4	21,1	1009,6	1009,6	1009,5	0,4	189	2,1	0	0
12/10/20	8	23,2	23,5	23,2	88	88	86	21,1	21,2	21	1010,1	1010,1	1009,6	0,5	182	1,6	0	0
12/10/20	9	23,2	23,3	23	89	89	88	21,2	21,2	20,9	1010,7	1010,7	1010,1	0,4	178	1,8	23,63	0
12/10/20	10	26,2	26,2	23,2	80	89	80	22,4	22,8	21,2	1011,4	1011,4	1010,7	0,7	171	2,2	458,29	0
12/10/20	11	27,7	28	26,2	70	80	69	21,7	22,5	21,2	1012,1	1012,1	1011,4	2,6	136	5,6	933,53	0
12/10/20	12	29,2	30,2	27,5	58	70	57	20,1	22,4	20,1	1012,5	1012,5	1012,1	3,5	106	6,7	1396,57	0
12/10/20	13	30,5	30,9	28,7	54	63	53	20	21,5	19,7	1012,2	1012,5	1012,2	4,5	88	8	2140,95	0
12/10/20	14	31	31,5	29,9	54	57	52	20,4	20,7	19,8	1011,4	1012,2	1011,4	4	98	8,6	2630,75	0
12/10/20	15	31,1	32,1	30,7	52	54	50	20	21,1	19,5	1010,5	1011,4	1010,5	4,3	99	8,1	2958,61	0
12/10/20	16	31,1	32,5	30,9	52	53	48	20,2	20,7	19,6	1009,7	1010,5	1009,7	3,9	95	9	2794,95	0
12/10/20	17	30,1	31,3	30,1	56	57	51	20,2	21,2	19,5	1008,9	1009,7	1008,9	5,2	87	9,9	2392,4	0
12/10/20	18	29,4	31	29,4	57	59	53	20,1	21,2	19,9	1008,5	1008,9	1008,5	3,7	90	8,8	1925,51	0
12/10/20	19	29	30,2	29	59	60	54	20,2	20,9	19,8	1008,4	1008,5	1008,4	3,5	76	8,1	1451,68	0
12/10/20	20	28	29,3	28	64	64	58	20,4	20,6	20	1008,8	1008,8	1008,4	2,9	74	8	729,6	0
12/10/20	21	26,7	28	26,7	71	71	64	21	21,1	20,4	1009,3	1009,3	1008,8	2,3	81	6,1	73,89	0

ANEXO A - VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS (INMET)																		
Consulta Dados da Estação Automática: FORTALEZA A305																		
Data Inicial:		01/10/2020									Data Final:		15/10/2020					
Data	Hora	Temperatura (o c)			Umidade (%)			Pto. Orvalho CC)			Pressão (hPa)			Vento (m/s)			Radiação	Chuva
	UTC	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Vel.	Dir. (°)	Raj.	(kJ/m ²)	(mm)
12/10/20	22	26,6	26,8	26,6	71	72	71	20,9	21,2	20,9	1009,7	1009,8	1009,3	2,4	83	6,9	0	0
12/10/20	23	26,4	26,6	26,4	73	73	71	21,2	21,3	20,9	1010,3	1010,3	1009,8	2,4	84	6	0	0
13/10/20	0	26,3	26,5	26,3	75	75	73	21,4	21,4	21,2	1010,8	1010,8	1010,3	3	93	6	0	0
13/10/20	1	26,1	26,4	26,1	75	76	75	21,2	21,6	21,2	1011	1011,1	1010,8	2,3	102	5,8	0	0
13/10/20	2	25,3	26,1	25,3	76	77	74	20,9	21,2	20,8	1010,8	1011	1010,8	0,9	121	4,5	0	0
13/10/20	3	25,6	25,6	25,1	77	78	76	21,2	21,2	20,8	1010,5	1010,9	1010,5	1,5	111	4	0	0
13/10/20	4	26,2	26,3	25,5	71	77	71	20,5	21,4	20,5	1010,2	1010,5	1010,1	3,2	108	7,4	0	0
13/10/20	5	26,1	26,3	26	70	73	69	20,2	20,9	20,1	1009,6	1010,1	1009,6	3,5	104	7,6	0	0
13/10/20	6	26,1	26,4	26	68	71	67	19,8	20,4	19,6	1009,2	1009,6	1009,2	3,7	110	9,2	0	0
13/10/20	7	26,1	26,3	26,1	69	69	67	19,9	20,1	19,7	1009,3	1009,3	1009,2	3,3	103	9,2	0	0
13/10/20	8	25,7	26,3	25,7	72	72	67	20,3	20,4	19,6	1009,9	1009,9	1009,2	2,2	138	7,2	0	0
13/10/20	9	24,7	25,7	24,7	77	77	72	20,3	20,3	20,1	1010,5	1010,5	1009,9	1,7	176	6,5	21,34	0
13/10/20	10	26,9	26,9	24,5	67	77	67	20,2	20,7	20,2	1011	1011	1010,5	2	154	5	443,38	0
13/10/20	11	28,6	28,6	26,5	61	67	61	20,3	20,6	19,6	1011,3	1011,4	1011	2,2	148	6	1036,43	0
13/10/20	12	30,3	30,6	28,4	51	61	51	19	20,6	19	1011,3	1011,5	1011,3	4,4	110	9	1829,1	0
13/10/20	13	30,6	31,6	29,6	47	52	45	17,9	19,3	17,9	1011,3	1011,4	1011,3	4,8	119	12	2445,19	0
13/10/20	14	30,8	31,8	30,4	49	49	44	18,7	19	17,7	1010,7	1011,3	1010,7	4,9	108	11,3	2787,96	0
13/10/20	15	31,4	32,2	30,4	47	50	44	18,9	19,5	17,5	1009,6	1010,7	1009,6	5,2	100	13,4	2955,12	0
13/10/20	16	31,4	31,5	30,4	47	51	46	18,6	19,4	18,4	1008,6	1009,7	1008,6	5,3	103	10,8	2825,57	0
13/10/20	17	30,3	32	30,1	52	53	46	19,4	20,2	18,6	1007,9	1008,6	1007,9	5,5	98	11,1	2481,72	0
13/10/20	18	30,5	31,6	30,1	50	53	49	18,8	20,1	18,7	1007,5	1007,9	1007,4	4,3	92	10,5	2044,1	0
13/10/20	19	29,5	30,7	29	57	58	49	19,9	20,1	18,1	1007,6	1007,6	1007,4	4,2	92	9,3	1448,26	0

ANEXO A - VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS (INMET)																		
Consulta Dados da Estação Automática: FORTALEZA A305																		
Data Inicial:		01/10/2020									Data Final:		15/10/2020					
Data	Hora	Temperatura (o c)			Umidade (%)			Pto. Orvalho CC)			Pressão (hPa)			Vento (m/s)			Radiação	Chuva
	UTC	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Vel.	Dir. (°)	Raj.	(kJ/m 2)	(mm)
13/10/20	20	27,8	29,5	27,8	66	66	56	21	21	19,7	1008,2	1008,2	1007,6	3,9	76	8,4	688,78	0
13/10/20	21	26,9	27,8	26,9	69	69	66	20,7	21,2	20,7	1008,7	1008,7	1008,2	3,4	94	8,3	70,14	0
13/10/20	22	26,7	27	26,7	71	71	69	21	21	20,7	1009,5	1009,5	1008,7	2,5	87	6,8	0	0
13/10/20	23	26,5	26,8	26,5	70	71	68	20,5	21	20,3	1010,2	1010,2	1009,5	2,3	99	6,3	0	0
14/10/20	0	26,7	26,7	26,5	70	70	70	20,8	20,9	20,5	1010,7	1010,7	1010,2	4,1	92	7,4	0	0
14/10/20	1	26,7	26,8	26,6	70	71	69	20,7	20,9	20,5	1011	1011	1010,7	3,7	95	8,7	0	0
14/10/20	2	26,7	26,8	26,7	70	71	69	20,8	20,9	20,6	1010,9	1011	1010,9	3,8	101	7,7	0	0
14/10/20	3	26,6	26,7	26,5	70	71	70	20,7	21	20,6	1010,2	1010,9	1010,1	3,5	102	7,7	0	0
14/10/20	4	26,4	26,6	26,3	70	71	70	20,5	20,9	20,5	1009,6	1010,2	1009,5	3,8	101	9,9	0	0
14/10/20	5	26,3	26,5	26,3	68	70	68	20	20,5	20	1009,4	1009,6	1009,4	3	108	8	0	0
14/10/20	6	26,3	26,4	26	69	70	68	20,1	20,3	19,8	1009,2	1009,5	1009,2	2,7	105	7	0	0
14/10/20	7	26,4	26,5	26,2	68	70	67	20	20,3	19,8	1009,2	1009,2	1009	3,4	97	8,2	0	0
14/10/20	8	24,8	26,5	24,8	81	81	68	21,4	21,4	20	1009,5	1009,5	1009,2	2,2	128	7,7	0	0,2
14/10/20	9	25,2	25,3	24,8	80	81	79	21,4	21,5	21,3	1010,1	1010,1	1009,5	2	136	5,9	27,99	0
14/10/20	10	26	26	25,2	80	82	77	22,3	22,5	21,3	1010,7	1010,7	1010,1	1,6	142	6,3	342,73	0,2
14/10/20	11	28,4	28,4	26	66	80	65	21,4	22,5	20,8	1011,2	1011,2	1010,7	3,3	139	9,3	1016,66	0
14/10/20	12	30,9	31,2	28	54	67	51	20,5	21,5	19,5	1011,3	1011,5	1011,2	4,3	115	9,4	1875,1	0
14/10/20	13	31	31,5	30	52	55	49	19,9	20,7	19,1	1011,1	1011,5	1011,1	4,3	117	8,7	2176,8	0
14/10/20	14	31,1	31,9	30,1	51	54	49	19,6	20,6	19,1	1010,8	1011,2	1010,8	4,5	114	12	2511,13	0
14/10/20	15	30,9	32,8	30,7	52	52	46	19,8	20,8	18,9	1010,2	1010,9	1010,2	5,4	107	11,5	2674,01	0
14/10/20	16	31,7	32,4	29,9	44	53	43	17,8	20	17,7	1009,1	1010,2	1009,1	5	103	12,6	2635,87	0
14/10/20	17	31,3	32,1	31	47	48	43	18,7	19,4	17,8	1008,5	1009,1	1008,5	4,3	111	11,4	2524,87	0

ANEXO A - VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS (INMET)																		
Consulta Dados da Estação Automática: FORTALEZA A305																		
Data Inicial:		01/10/2020									Data Final:		15/10/2020					
Data	Hora	Temperatura (°C)			Umidade (%)			Pto. Orvalho CC)			Pressão (hPa)			Vento (m/s)			Radiação	Chuva
	UTC	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Vel.	Dir. (°)	Raj.	(kJ/m²)	(mm)
14/10/20	18	31,2	31,8	30,8	45	49	43	18	19,3	17,5	1007,9	1008,5	1007,9	3,9	103	9,4	2087,24	0
14/10/20	19	30,2	31,7	30,1	48	50	45	18,1	18,5	17,8	1008,1	1008,1	1007,9	4,3	104	8,1	1491,1	0
14/10/20	20	29	30,5	29	51	51	48	17,8	18,5	17,8	1008,3	1008,3	1008,1	4,1	93	8,1	763,5	0
14/10/20	21	27,8	29,1	27,8	59	59	51	19	19	17,8	1008,8	1008,8	1008,2	3,3	84	6,9	79,56	0
14/10/20	22	27,1	27,8	27,1	68	68	59	20,6	20,6	19	1009,6	1009,6	1008,8	2,7	89	6,5	0	0
14/10/20	23	26,9	27,1	26,7	70	70	67	21,1	21,1	20,6	1010,3	1010,3	1009,6	2,4	84	5,5	0	0
15/10/20	0	26,8	26,9	26,7	73	73	70	21,5	21,5	21	1010,8	1010,8	1010,3	2,6	88	6	0	0
15/10/20	1	26,8	26,8	26,7	73	76	73	21,5	22,1	21,5	1010,9	1011	1010,8	3,5	92	7,5	0	0
15/10/20	2	26,7	26,8	26,6	72	73	71	21,3	21,6	21	1010,5	1010,9	1010,5	3,2	92	7,7	0	0
15/10/20	3	26,7	26,7	26,5	74	74	72	21,7	21,8	21,2	1009,9	1010,5	1009,9	3,7	97	7,7	0	0
15/10/20	4	26,8	26,8	26,6	74	75	74	21,8	21,9	21,6	1009,3	1009,9	1009,3	3,8	102	9,7	0	0
15/10/20	5	26,7	26,8	26,6	75	75	74	22	22	21,7	1008,8	1009,3	1008,8	2,8	105	8,2	0	0
15/10/20	6	26,7	26,7	26,5	74	76	73	21,6	22	21,5	1008,6	1008,8	1008,6	2,8	103	8,7	0	0
15/10/20	7	26,2	26,7	26	76	77	74	21,6	21,9	21,5	1008,4	1008,7	1008,4	2,7	107	6,7	0	0
15/10/20	8	25	26,2	25	86	86	76	22,5	22,5	21,6	1008,8	1008,8	1008,4	1,6	128	6,8	0	0,8
15/10/20	9	25,3	25,3	24,9	83	86	83	22,2	22,5	22,2	1009	1009	1008,8	1,6	116	5,8	28,71	0
15/10/20	10	26,8	27	25,3	74	83	73	21,7	22,3	21,5	1009,6	1009,6	1009	3,1	120	7,8	481,72	0
15/10/20	11	28,9	29	26,6	64	75	64	21,4	22,5	20,9	1010,4	1010,4	1009,6	4,5	114	10,2	1233,55	0
15/10/20	12	29,6	30	28,8	61	64	58	21,4	21,6	20,6	1010,7	1010,7	1010,3	3,7	114	9,8	1739,53	0
15/10/20	13	31,1	31,7	29,3	53	61	52	20,4	21,4	19,8	1010,8	1010,8	1010,7	4,2	104	9,9	2337,93	0
15/10/20	14	31,2	32,2	30,7	51	55	47	19,8	20,8	19,3	1010	1010,8	1010	4,3	112	9,8	3017,45	0
15/10/20	15	31,8	32,3	31	51	54	47	20,5	20,9	19,4	1009,1	1010,1	1009,1	4,9	105	9,4	3034,82	0

ANEXO A - VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS (INMET)																		
Consulta Dados da Estação Automática: FORTALEZA A305																		
Data Inicial:		01/10/2020									Data Final:		15/10/2020					
Data	Hora	Temperatura (o c)			Umidade (%)			Pto. Orvalho CC)			Pressão (hPa)			Vento (m/s)			Radiação	Chuva
	UTC	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Inst.	Máx.	Min.	Vel.	Dir. (°)	Raj.	(kJ/m 2)	(mm)
15/10/20	16	31,7	32,2	31,1	51	54	49	20,5	21,2	19,6	1008,4	1009,2	1008,4	4,5	107	10,5	2863,63	0
15/10/20	17	30,8	31,9	30,7	52	54	51	19,8	20,8	19,8	1007,9	1008,4	1007,9	5,4	110	10,9	2525,06	0
15/10/20	18	29,6	31,4	29,6	57	57	52	20,3	21,1	19,7	1007,6	1007,9	1007,6	5,2	113	11,4	1731,26	0
15/10/20	19	29,6	30,6	29,4	58	59	55	20,5	21	20,1	1007,2	1007,6	1007,2	4,4	94	11,4	1222,75	0
15/10/20	20	28,1	30	28,1	67	67	57	21,4	21,5	20,2	1007,7	1007,7	1007,2	3,9	94	9,4	726,47	0
15/10/20	21	27,3	28,1	27,3	72	72	67	21,8	21,9	21,3	1008,4	1008,4	1007,7	3,5	86	8,2	63,5	0
15/10/20	22	27	27,3	27	76	76	72	22,3	22,4	21,9	1009,3	1009,3	1008,4	2,5	96	7,4	0	0
15/10/20	23	27	27,1	26,9	75	76	75	22,1	22,4	22,1	1010,1	1010,1	1009,3	3	87	6,8	0	0

ANEXO B- DURAÇÃO MÁXIMA DA INSOLAÇÃO DIÁRIA EM HORAS. OS VALORES CORRESPONDEM AO 15° DE CADA MÊS												
Latitude	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
10 N	11,6	11,8	12,1	12,4	12,6	12,7	12,6	12,4	12,2	11,9	11,7	11,5
8 N	11,7	11,9	12,1	12,3	12,5	12,6	12,5	12,4	12,2	12,0	11,8	11,6
6 N	11,8	11,9	12,1	12,3	12,4	12,5	12,4	12,3	12,2	12,0	11,9	11,7
4 N	11,9	12,0	12,1	12,2	12,3	12,4	12,3	12,2	12,0	12,0	11,9	11,9
2 N	12,0	12,0	12,1	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2	12,1	12,1	12	12,0
Equador	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
2 s	12,2	12,2	12,1	12,1	12,0	12,0	12,0	12,0	12,1	12,1	12,2	12,2
4 s	12,3	12,2	12,1	12,0	11,9	11,8	11,9	12,0	12,1	12,2	12,3	12,4
6 s	12,4	12,3	12,1	12,0	11,9	11,7	11,8	11,9	12,1	12,2	12,4	12,5
8 s	12,5	12,4	12,1	11,9	11,7	11,6	11,7	11,9	12,1	12,3	12,5	12,6
10 s	12,6	12,4	12,1	11,9	11,7	11,5	11,6	11,8	12,0	12,3	12,6	12,7
12 s	12,7	12,5	12,2	11,8	11,6	11,4	11,5	11,7	12,0	12,4	12,7	12,8
14 s	12,8	12,6	12,2	11,8	11,5	11,3	11,4	11,6	12,0	12,4	12,8	12,9
16 s	13,0	12,7	12,2	11,7	11,4	11,2	11,2	11,6	12,0	12,4	12,9	13,1
18 s	13,1	12,7	12,2	11,7	11,3	11,1	11,1	11,5	12,0	12,5	13,0	13,2
20 s	13,1	12,8	12,2	11,6	11,2	10,9	11,0	11,4	12,0	12,5	13,2	13,3
22 S	13,4	12,8	12,2	11,6	11,1	10,8	10,9	11,3	12,0	12,6	13,2	13,5
24 s	13,5	12,9	12,3	11,5	10,9	10,7	10,8	11,2	11,9	12,6	13,3	13,6
26 s	13,6	12,9	12,3	11,5	10,8	10,5	10,7	11,2	11,9	12,7	13,4	13,8
28 s	13,7	13,0	12,3	11,4	10,7	10,4	10,6	11,1	11,9	12,8	13,5	13,9
30 s	13,9	13,1	12,3	11,4	10,6	10,2	10,4	11,0	11,9	12,8	13,6	14,1
32 s	14,0	13,2	12,3	11,3	10,5	10,0	10,3	10,9	11,9	12,9	13,7	14,2
34 s	14,2	13,3	12,3	11,3	10,3	9,8	10,1	10,9	11,9	12,9	13,9	14,4
36 s	14,3	13,4	12,4	11,2	10,2	9,7	10,0	10,7	11,9	13,0	14,0	14,6
38 s	14,5	13,5	12,4	11,1	10,1	9,5	9,8	10,6	11,8	13,1	14,2	14,8
40 s	14,7	13,6	12,4	11,1	9,9	9,3	9,6	10,5	11,8	13,1	14,3	15,0