

ITIRUÇU E BOM JESUS DA LAPA: DIVERSIDADE CLIMÁTICA DO SEMIÁRIDO BAIANO E AS CONSEQUÊNCIAS NO ATENDIMENTO DA DEMANDA PELAS CISTERNAS DE ÁGUA DE CHUVA

ITIRUÇU AND BOM JESUS DA LAPA: CLIMATE DIVERSITY OF THE BAIANO SEMI-ARID AND THE CONSEQUENCES IN SUPPLY OF THE DEMAND FOR RAINWATER CISTERNS

Juliana Farias Araujo^a, Andrezza Rodrigues Vilas Bôas Morais^a, Patrícia dos Santos Nascimento^a,
Adailza Oliveira Carneiro^a

^aUniversidade Estadual de Feira de Santana – UFBA

julianafariaz1996@gmail.com, vbandrezza@gmail.com, patysnasc@gmail.com, adailza.oc@hotmail.com

Submissão: 30 de outubro de 2021

Aceitação: 23 de agosto de 2022

Resumo

Diante da grande extensão territorial do semiárido brasileiro e dos critérios abrangentes para que ocorra o enquadramento dos 1.262 municípios nessa região, este estudo objetivou realizar a comparação de dois municípios baianos do semiárido (Bom Jesus da Lapa e Itiruçu), os quais são bastante distintos em relação às características climáticas, mesmo apresentando precipitação média anual próxima. Esses municípios foram comparados em relação ao Índice de Aridez (IA) e ao Grau de Concentração da Precipitação (GCP). Os indicadores e os climogramas sugerem que o primeiro município apresenta chuvas mais concentradas de novembro a março (GCP=0,63), enquanto no segundo as chuvas são mais distribuídas (GCP= 0,22). Além disso, as temperaturas médias anuais são divergentes, interferindo no IA das localidades, sendo que é encontrado um valor de IA de 0,470 para Bom Jesus da Lapa e de 0,764 para Itiruçu. Por fim, ressalta-se que também foi realizada a verificação da eficiência de atendimento do sistema de captação e armazenamento de água de chuva localizado em ambas as cidades, a fim de analisar como as características relacionadas aos aspectos climáticos interferem no uso dessa técnica de fornecimento hídrico descentralizado.

Palavras-chave: Classificação no clima semiárido; Variabilidade das chuvas; Convivência com o semiárido.

Abstract

On account the large territorial extension of the Brazilian semi-arid region and the comprehensive criteria for the framing of the 1,262 municipalities in this region, this study aimed to compare two semi-arid municipalities in Bahia (Bom Jesus da Lapa and Itiruçu) that are quite different in relation to climatic characteristics, even with near annual average precipitation. These municipalities were compared in relation to the Aridity Index (AI) and the Degree of Precipitation Concentration (PCD). The indicators and climograms suggest that the first municipality has more concentrated rainfall from November to March (PCD=0.63), while in the second the rains are more distributed (PCD= 0.22). In addition, the average annual temperatures are different, interfering in the Aridity Index of localities, in which Bom Jesus da Lapa has an AI value of 0.470 and Itiruçu of 0.764. Finally, it is notepoint that it was also verified the efficiency of the rainwater collection and storage system located in both cities, in order to analyze how the characteristics related to climatic aspects interfere in the use of this technique of decentralized water supply.

Keywords: Classification in the semiarid; Rainfall variability; Coexistence with the semiarid.

INTRODUÇÃO

As características climáticas de uma localidade interferem diretamente nos segmentos das atividades humanas, a exemplo da agricultura. Assim, gradativamente se tem aumentado o interesse da comunidade científica por estudos que objetivam analisar, conhecer e monitorar as variáveis ambientais. A partir desses conhecimentos, é permitido realizar um planejamento adequado, orientando as tomadas de decisões e minimizando os danos (COSTA *et al.*, 2015; MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Dentre os aspectos climáticos, o nível de aridez vem recebendo destaque, uma vez que há modelos climáticos que preveem o agravamento da sua severidade, o que afetaria a configuração da ocupação humana e a estrutura e dinâmica dos ambientes naturais (SANTOS; MENDES; CRUZ, 2018). Uma alternativa para avaliar essa variável é por meio do Índice de Aridez, sendo que seu cálculo consiste na razão entre a quantidade de água advinda das chuvas e as potenciais perdas provocadas pela evapotranspiração potencial (UNEP, 1992).

A precipitação é outra variável climática fundamental para descrever as características de uma região e é a que apresenta maior variabilidade temporal e espacial. Essa variação temporal dos eventos de chuva afeta a economia, a sociedade e o meio ambiente da localidade, uma vez que pode provocar a ocorrência de eventos climáticos extremos, tais como as estiagens, as enchentes e secas. Além disso, é uma variável importante na dedução lógica das melhores épocas de preparo do solo, sementeira, colheita e escolha das melhores espécies para plantio (GONÇALVES; BACK, 2017; OLIVEIRA *et al.*, 2017; SOUZA; NASCIMENTO, 2020).

Para avaliar a variabilidade temporal das chuvas ao longo do ano, pode ser utilizado o parâmetro Grau de Concentração da Precipitação (GCP), o qual indica a distribuição das chuvas ao longo do ano, com valores que variam entre 0 e 1 (SILVA *et al.*, 2020). Back, Sônego e Pereira (2020) utilizaram essa alternativa para analisar a variação da concentração das chuvas na região sul do Brasil, obtendo valores de GCP inferiores a 0,3, indicando a inexistência de concentrações de chuvas nas cidades estudadas.

Ao contrário das cidades estudadas por eles, a região semiárida brasileira, que abrange 983 mil km² da região nordestina e engloba 1262 municípios, é marcada predominantemente por

regime de chuvas caracterizados pela irregularidade e pela concentração em um curto período, em média de três meses, originando longos períodos de estiagens durante o ano. Essa região também é caracterizada por altas taxas de insolação e temperaturas médias variando de 20 °C a 28 °C, por rios de regime predominantemente temporário e por águas subterrâneas com elevados teores de sal e com vazão baixa. Além disso, o solo presente na região é majoritariamente raso e formado predominantemente sobre rochas de embasamento cristalino, principalmente metamórficas e ígneas, as quais são pouco porosas e dificultaram a infiltração, resultando em pequenas trocas hídricas entre o rio e o substrato adjacente (ARAÚJO, 2011; BAPTISTA; CAMPOS, 2014; BRITO; MOURA; GAMA; 2007; CIRILO, 2008; GOMES; ZANELLA; OLIVEIRA, 2017; MALVEZZI, 2007).

Algumas alternativas permitem o enfrentamento dos problemas advindos dos períodos de estiagem, permitindo o armazenamento das chuvas para serem utilizadas posteriormente, contribuindo para o desenvolvimento da região e se apresentando como uma metodologia ecologicamente sustentável com o semiárido.

Dentre as tecnologias que captam e guardam água da chuva se destacam a barragem subterrânea, a cisterna de produção, as barragens subterrâneas, os tanques de pedra, as barraginhas, os barreiros-trincheiras e as bombas d'água populares. No contexto de abastecimento domésticos, as cisternas de água da chuva vêm ganhando destaque com o Programa Um Milhão de Cisternas Rurais (P1MC). Essa política pública opera em parceria com o governo federal e, desde o início do programa em 2003 até julho de 2021, proporcionou que 628.416 cisternas de placa de 16 m³ fossem construídas. Esse volume é baseado na quantidade dita suficiente para atender ao consumo básico de uma família composta por 5 pessoas por um período de 6 a 8 meses, representando um período de estiagem (ASA, 2021).

Outra iniciativa pública de acesso hídrico é o Programa Água para Todos, implementada em 2011 com o objetivo de acelerar a distribuição de cisternas com volume de 16 m³ às famílias rurais que se encontram em situação de extrema pobreza (ANDRADE NETO, 2013; ASA, 2021; SANTANA; ARSKY, 2016).

As cisternas de água de chuva são exemplos de práticas que promovem a integração entre o

saber popular, o técnico científico, mobilização e organização social e a sua implementação projeta cenários que enfatizam as políticas públicas sistêmicas, contínuas e permanentes pautadas na convivência com o semiárido partir de uma percepção e de um modelo de governança que estimulem e consolidem o controle social. Além disso, a implementação das cisternas trouxe avanços importantes às comunidades, como a diminuição da incidência de doenças associadas à ingestão de água contaminada, o aumento da frequência escolar e redução da sobrecarga de trabalho doméstico das mulheres (ASA, 2021; FAO, 2016; MACIEL; PONTES, 2015).

Essas cisternas também trazem vantagens por serem fechadas e por apresentarem baixa perda por evaporação. Além disso, armazenam a água de chuva, a qual apresenta uma boa qualidade – principalmente em locais desprovidos de fonte de poluição atmosférica- decorrente de processo de “destilação natural” relacionada ao ciclo hidrológico. Essa qualidade não é encontrada em outras fontes disponíveis, as quais possuem altos teores de sais em decorrência das características geológicas dominantes do clima semiárido, tornando-a salobra e imprópria para o consumo humano (ARAUJO; SANTOS, 2021; SÁNCHEZ; COHIM; KALID, 2015; SILVA; DOMINGOS, 2007).

Apesar das benesses trazidas por essa tecnologia de convivência com o semiárido, há críticas em relação a sua capacidade volumétrica, de modo que há estudos que evidenciam que o volume de água de chuva armazenado não é suficiente para atender as necessidades hídricas de uma residência durante longos períodos de estiagem. A fim de diminuir o uso de outras fontes de água com menor qualidade - como as oriundas de açudes e de caminhão-pipa-, alguns autores sugerem o dimensionamento individual das cisternas, considerando a precipitação média mensal, a área de captação e a demanda (ARAUJO; COHIM, 2016; ANDRADE NETO, 2013; ANDRADE; NÓBREGA; GALVÃO, 2015; CAMPISANO; MODICA, 2012; COHIM; ORRICO, 2015; GHISI, 2010; MENEZES et al., 2013; ROCHA, 2013).

Diante do exposto, há evidências que em algumas localidades as cisternas com o padrão de 16 m³ não atendem a demanda dos moradores e que as características climáticas são variáveis que influenciam nessa baixa eficiência dessa técnica de convivência com o semiárido. Assim, é recomendável avaliar a eficácia de atendimento

dos sistemas de água de chuva para situações em que há variações climáticas. A partir disso, avalia-se se há um caso de subdimensionamento, que resulta em sistemas incapazes de fornecer uma fonte de água suficiente e confiável, ou de superdimensionamento, que provoca o aumento os custos de capital incorridos com benefícios limitados (SEMAAN *et al.*, 2020).

Nesse sentido, este trabalho propõe estudar a variabilidade climática existente em dois municípios que se enquadram na região semiárida baiana e verificar o atendimento nessas localidades da demanda doméstica pela cisterna de água de chuva de dimensão padrão definida pelo Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC) e pelo Programa Água para Todos.

METODOLOGIA

Este estudo foi realizado com base no seguinte delineamento: 1) Seleção dos municípios a serem estudados, 2) Obtenção dos dados climatológicos (temperatura e precipitação) e realização do preenchimento de falhas, 3) Cálculo do Grau de Concentração das Chuvas (GCP) e do Índice de Aridez (IA) para as duas cidades, 4) Verificação da eficiência de atendimento (E_A) da demanda doméstica rural pelas cisternas de água de chuva com volume de 16 m³ nas duas localidades.

Área de Estudo

O estado da Bahia abrange uma população de 14.016.096 pessoas, é localizado na região nordeste do Brasil, ocupa uma área de 564.760,427 km², a qual é dividida em 417 municípios, conforme as informações fornecidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021). A unidade da federação sofre a atuação de diversos sistemas meteorológicos que ajudam a definir seu regime pluviométrico. Dentre eles, destacam-se: Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), Sistemas Frontais, Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), ondas de leste, brisas marítimas e/ ou terrestres e ventos vale e/ ou montanha. Essas distintas influências colaboram para a heterogeneidade do estado em relação às características climáticas, em especial à precipitação (BRAGA; MELO; MELO, 1998; SIMÕES, COHIM, 2015).

Dentre os 417 municípios baianos, 278 (67 % do total) apresentam a condição climática semiárida, caracterizada pela irregularidade das

precipitações, juntamente com o elevado potencial de perda de água por evapotranspiração (BRASIL, 2017).

O enquadramento dessas cidades como semiárido decorre de critério abrangente, pois é necessário apenas que se atenda a pelo menos uma destas condições: precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 mm, índice de aridez de até 0,5 e percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60 %, considerando todos os dias do ano (BRASIL, 2017).

Assim, foram estudados dois municípios baianos inseridos na região semiárida, com o intuito de analisar a variabilidade climática da região. A escolha por essas duas cidades decorreu inicialmente da análise inicial de todas que apresentassem pluviosidade anual com valores próximos (diferença máxima de 20 mm), depois foi avaliada a disponibilidade de séries pluviométricas e de temperaturas, a fim de possibilitar o estudo. As cidades escolhidas foram Itiruçu e Bom Jesus da Lapa, as quais se distanciam em linha reta em 355,6 km e apresentam características distintas, mesmo com precipitações anuais médias inferiores a 800 mm.

O município de Bom Jesus da Lapa está localizado no Centro-Oeste da Bahia, apresenta uma área territorial de 4115 km² e uma população estimada de 69.662 pessoas. Pertence à mesorregião do Vale São-Franciscano da Bahia e à Microrregião de Bom Jesus da Lapa. Os biomas predominantes são a Caatinga e o Cerrado. Sua economia é baseada na pecuária, pesca, turismo religioso e principalmente agricultura, já que se concentra nos perímetros irrigados do Projeto Formoso que possui área de plantio de 12 mil hectares, com 82 km de canais e 119 km de drenos (IBGE, 2020b; SANTOS; SANTOS; LEITE, 2019).

O município de Itiruçu possui uma área de 322,24 km², apresenta uma população de 12.528 pessoas e está situado na Mesorregião Centro Sul Baiano e faz parte da Microrregião de Jequié). Os biomas que predominam na localidade é a Caatinga e a Mata Atlântica e a agricultura também é a principal atividade econômica, contribuindo para renda de quase 33 % da

população, predominando a produção de café, mandioca, maracujá e tomate (BORGES; SANTOS, 2021).

Dados meteorológicos e preenchimento de falhas

As séries históricas de dados diários e mensais de precipitação dos dois postos pluviométricos foram obtidas no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Foi avaliado um período de 30 anos (1986 a 2016). As informações gerais e as localizações das estações são apresentadas na Tabela 1 e ilustradas na Figura 1, respectivamente.

Apesar de ter ocorrido ampliação das redes de registro, a coleta de dados meteorológicos e a modernização dos equipamentos, é usual se verificar falhas nas séries históricas de dados climatológicos existentes. Nos dados encontrados na base de dados do INMET foram verificadas falhas, sendo seu preenchimento feito pelo Método de Ponderação Regional (Equação 1), que é um método simplificado que visa à homogeneização do período de informações e à análise estatística das precipitações e geralmente é utilizado para o preenchimento de séries mensais ou anuais de precipitações. De acordo com Bertoni e Tucci (2001), devem ser selecionados pelo menos três postos vizinhos que estejam em uma região climatológica semelhante ao posto a ser preenchido e que possuam ao menos dez anos de dados para realizar o preenchimento de falhas por meio do Método de Ponderação Regional.

$$P_x = \frac{1}{3} \left(\frac{M_x}{M_a} P_a + \frac{M_x}{M_b} P_b + \frac{M_x}{M_c} P_c \right) \quad (1)$$

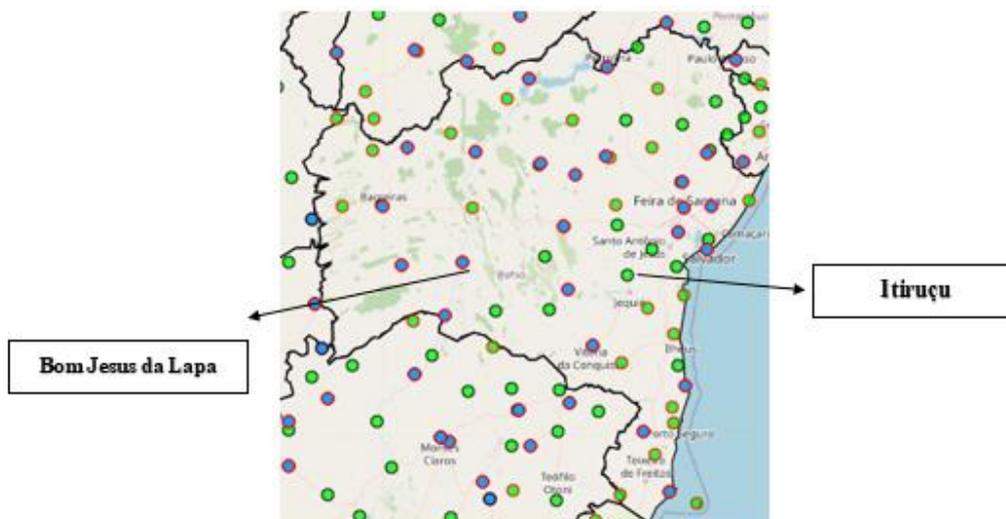
Sendo: P_x corresponde à variável que guarda os dados corrigidos; M_x corresponde à média aritmética da estação com falha; M_a , M_b e M_c , à média aritmética dos postos próximos; P_a , P_b e P_c , ao dado do posto próximo do mesmo ano em que se utiliza para preencher a falha.

Tabela 1: Características gerais das estações climatológicas

Estações climáticas	Código	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Precipitação anual (mm)
Itiruçu (Jaguaquara)	83295	-13,53	-40,12	757,53	742
Bom Jesus da Lapa	83288	- 3,25	-43,41	447,75	750

Fonte: Adaptado INMET (2021)

Figura 1: Localização das estações climatológicas



Fonte: Adaptado INMET (2021)

Foi utilizado o *software* Hidro-Plu para a identificar os postos pluviométricos de apoio para realizar o preenchimento de falhas. Esse programa proporciona uma visão temporal e espacial dos dados pluviométricos e possibilita a delimitação do raio máximo de distância aceitável entre a estação e as auxiliares. A ferramenta computacional também permite que sejam escolhidas as entidades que disponibilizam os dados.

Destaca-se que o Hidro-Plu foi criado em 2010 pela Agência Nacional de Águas (ANA), pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), pela Fundação Arthur Bernardes (FUNARBE), e pelo Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos (GPRH) da Universidade Federal de Viçosa (UFV) (AMADOR, 2017). Essa ferramenta computacional

apresenta uma interface simplificada e já foi utilizada em outros trabalhos, a exemplo de Amador e Silva (2020). Nesse trabalho, os autores ressaltaram a importância do uso desse *software*, pois proporcionou o aumento da precisão e da eficiência na escolha dos postos a serem utilizados, isso sob o ponto de vista espacial e temporal.

Foi utilizado o banco de dados disponível no Hidroweb, da ANA para realizar o preenchimento de falhas. Na Tabela 2 são exibidos os três postos Pluviométricos que foram utilizadas para preencher os dados das Estações de Bom Jesus da Lapa e os três postos utilizados para preencher os de Itiruçu (Jaguaquara).

Tabela 2: Estações climatológicas de referência e os postos pluviométricos próximos utilizados para preencher de falhas

Estação Climatológica de referência	Postos pluviométricos próximos	Código	Latitude	Longitude	Altitude (m)
Bom Jesus da Lapa	Sítio Do Mato	1343017	-13,09	-43,47	420
	Favelândia	1343006	-13,29	-42,95	500
	Fazenda Batalha	1343009	-13,64	-43,47	450
Itiruçu (Jaguaquara)	Jequié	1340003	-13,88	-40,14	199
	Santa Inês	1339041	-13,30	-39,82	415
	Iaçu	1240016	-12,76	-40,21	237

Fonte: ANA (2021)

Grau de Concentração da Precipitação

O Grau de Concentração da Precipitação (GCP) é uma grandeza proposta por Zhang *et al.*

(2003) para avaliar a distribuição temporal das chuvas. A metodologia para determinação do GCP considera as precipitações mensais como grandezas vetoriais, orientadas em um círculo

trigonométrico. Segundo a sistemática de cálculo, o mês de ocorrência determina a direção de cada vetor. Assim, cada um dos 12 meses assume um ângulo de 30°, sendo assim janeiro assume o valor de 0° e novembro de 330°.

O cálculo do GCP é realizado a partir das Equações 2, 3, 4 e 5 (LI *et al.*, 2011) e seu valor varia de 0 a 1, de modo que chuvas mais distribuídas ao longo do ano resultam em valores próximos de 0 e chuvas mais concentradas originam valores próximos a 1 (XIE *et al.*, 2005). A Tabela 3 auxilia na classificação dos postos pluviométricos quanto à concentração das chuvas e foi proposta por Liu *et al.* (2016).

$$R_i = \sum r_{ij} \quad (2)$$

$$R_{xi} = \sum r_{ij} \cdot \sin \theta_{ij} \quad (3)$$

$$R_{yi} = \sum r_{ij} \cdot \cos \theta_{ij} \quad (4)$$

$$GCP = \frac{\sqrt{R_{xi}^2 + R_{yi}^2}}{R_i} \quad (5)$$

Em que, R_i corresponde à precipitação anual, e R_{xi} e R_{yi} às componentes “x” e “y” desse vetor; r_{ij} se refere à precipitação mensal, onde i e j indicam o ano e o mês, respectivamente; e θ_{ij} representa o ângulo desse mês em estudo.

Tabela 3: Classificação da heterogeneidade da precipitação

Tipo	Grau de Concentração da Precipitação
Centralização elevada	$GCP > 0,800$
Centralização moderada	$0,721 < GCP \leq 0,800$
Centralização leve	$0,647 < GCP \leq 0,721$
Normal	$0,476 \leq GCP < 0,647$
Dispersão leve	$0,384 \leq GCP < 0,476$
Dispersão moderada	$0,270 \leq GCP < 0,384$
Alta dispersão	$GCP < 0,270$

Fonte: Adaptado de Liu *et al.* (2016)

Índice de Aridez

O Índice de Aridez (IA) é utilizado para medir o grau de aridez (seca, desertificação etc) de uma determinada região definido pela Equação 6, em que Pr corresponde à precipitação média anual, em milímetros, e ETP corresponde à taxa de evaporação e transpiração potencial, ou evapotranspiração Potencial média anual, também expressa em milímetros (UNEP, 1992).

$$IA = \frac{Pr}{ETP} \quad (6)$$

$$ETP = ETPp * \left(\frac{N}{12}\right) * \left(\frac{ND}{30}\right) \quad (7)$$

$$a = 6,750 \times 10^{-3} * I - 7,711 \times 10^{-5} * I^2 + 1,792 \times 10^{-2} * I + 0,492 \quad (10)$$

Em que: ETPp corresponde à evapotranspiração potencial padrão para um mês

$$Etp = 16 * \left(10 * \frac{Tn}{I}\right) \quad (8)$$

$$I = \sum_1^{12} (0,2 * Tn)^{1,514} \quad (9)$$

A Evapotranspiração Potencial foi calculada pelo Método de Thornthwaite (1948), o qual foi proposto com a finalidade de realizar uma classificação climática. A vantagem desse método é a exigência de apenas um parâmetro climatológico: as temperaturas do ar. Foram utilizadas as Equações 7, 8, 9 e 10 para determinar a ETP.

típico de 30 dias, considerando que cada dia tenha 12 horas de insolação máxima possível (mm.mês

¹); ETP corresponde à evapotranspiração potencial mensal (mm.mês⁻¹); T_n, à temperatura média mensal (° C); I, ao índice calorífico anual; a, ao índice obtido como uma função cúbica em I; NDM, ao número de dias do mês; N, à duração máxima da insolação diária, no mês e latitude.

A Tabela 4 foi utilizada para auxiliar na determinação da duração máxima da insolação

diária. Como as latitudes dos municípios estudados não estão especificadas na Tabela 4, foi realizada uma interpolação para os valores das latitudes dos municípios.

A Tabela 5 foi utilizada para auxiliar na classificação do município quanto à classe climática.

Tabela 4: Duração máxima da insolação diária, em horas, nos meses e latitude de 12° S e 14 ° S. Os valores correspondem ao 15º dia de cada mês

Lat.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
12	12,7	12,5	12,2	11,8	11,6	11,4	11,5	11,7	12	12,1	12,7	12,8
14	12,8	12,6	12,2	11,8	11,5	11,3	11,4	11,6	12	12,1	12,8	12,9

Fonte: Adaptado Mello e Silva (2007)

Tabela 5: Classificação climática de acordo com o índice de aridez

Classes Climáticas	Índice de Aridez
Hiperárido	$I \leq 0,05$
Árido	$0,05 < I \leq 0,20$
Semiárido	$0,20 < I \leq 0,50$
Subúmido Seco	$0,50 < I \leq 0,65$
Subúmido úmido	$0,65 < I < 1,00$
Úmido	$I \geq 1,00$

Fonte: UNEP (1992)

Verificação da eficiência de atendimento das cisternas de 16 m³

Foi realizado um estudo com os dados de precipitação diários das duas localidades. Adotou-se uma área de captação padrão de 80 m², consumo diário de 20 L diários por pessoa, o qual é recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) para atender a todas as necessidades básicas em situações normais. Foi considerado que quatro pessoas habitavam em

cada domicílio. Essa quantidade é o valor médio para o ambiente rural baiano de acordo com o Censo Demográfico de 2010 realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (IBGE, 2010; REED; REED, 2014).

O modelo comportamental que foi utilizado para verificar a eficiência de atendimento (E_A) se baseia em um balanço hídrico de intervalo diário. Para realizar esse balanço, foram utilizadas as Equações 11, 12 e 13, as quais foram evidenciadas por Fewkes (2000).

$$Q_{(t)} = P_{(t)} \times A \times C \quad (11)$$

$$Y_{(t)} = \min \left\{ \begin{matrix} D_{(t)} \\ V_{(t-1)} + \theta Q_{(t)} \end{matrix} \right. \quad (12)$$

$$V_{(t)} = \min \left\{ \begin{matrix} (V_{(t-1)} + Q_{(t)} - \theta Y_{(t)}) - (1 - \theta) Y_{(t)} \\ R - (1 - \theta) Y_{(t)} \end{matrix} \right. \quad (13)$$

Em que: Q_(t) se refere à quantidade de água pluvial, em litros, que flui para o reservatório no

intervalo de tempo t (dia); P_(t) corresponde à precipitação nesse mesmo período (mm); A indica a área de captação (m²) e C se refere ao

coeficiente de escoamento superficial (*Runoff*), que neste estudo equivale a 0,8.

O coeficiente adimensional θ varia de 0 a 1, em que se adota $\theta=0$ quando a demanda diária é atendida antes que o escoamento de água de chuva no intervalo de tempo seja adicionado ao tanque e $\theta=1$ quando o consumo é feito posteriormente. Neste estudo, foi utilizado $\theta=0,5$, com o intuito abordar uma situação intermediária.

As outras variáveis estão expressas em litros e $D_{(t)}$ refere-se à demanda diária total no período t ; $Y_{(t)}$ é o volume de água utilizado para suprir a demanda naquele período; $V_{(t)}$ é o volume armazenado no reservatório no mesmo período e R é a capacidade do reservatório. A eficiência de atendimento foi calculada por meio da Equação 14, ao qual corresponde ao percentual da demanda no período simulado que poderia ser atendido com água de chuva.

$$E_A(\%) = \frac{\sum Y_{(t)}}{\sum D} 100 \quad (14)$$

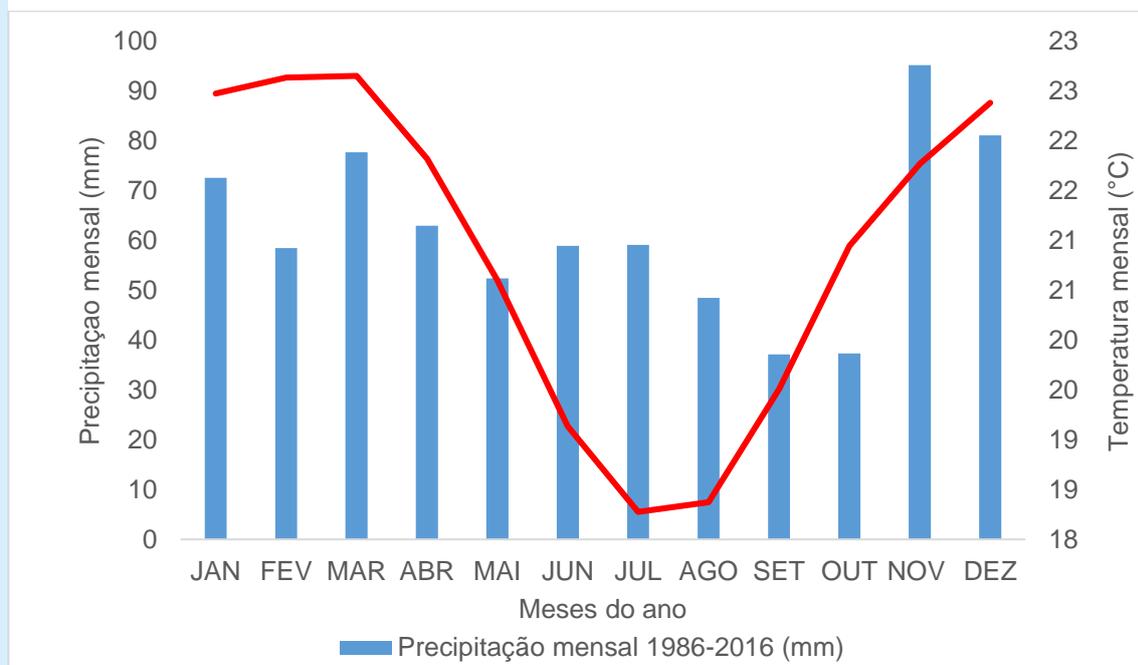
Em que: $\sum D$ e $\sum Y_{(t)}$ correspondem ao somatório da quantidade de água demandada e ao volume utilizado, respectivamente, durante o período estudado.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Figura 2, é exibido o climograma do município de Itiruçu (BA), cuja precipitação anual é de 742 mm. Essas chuvas estão bem distribuídas ao longo de todo o ano e novembro é o mês de maior precipitação (95,2 mm), enquanto que setembro e outubro são os meses que apresentam uma menor precipitação (37,2 mm). As temperaturas médias variam de 18,3 °C em julho a 22,7 °C em março.

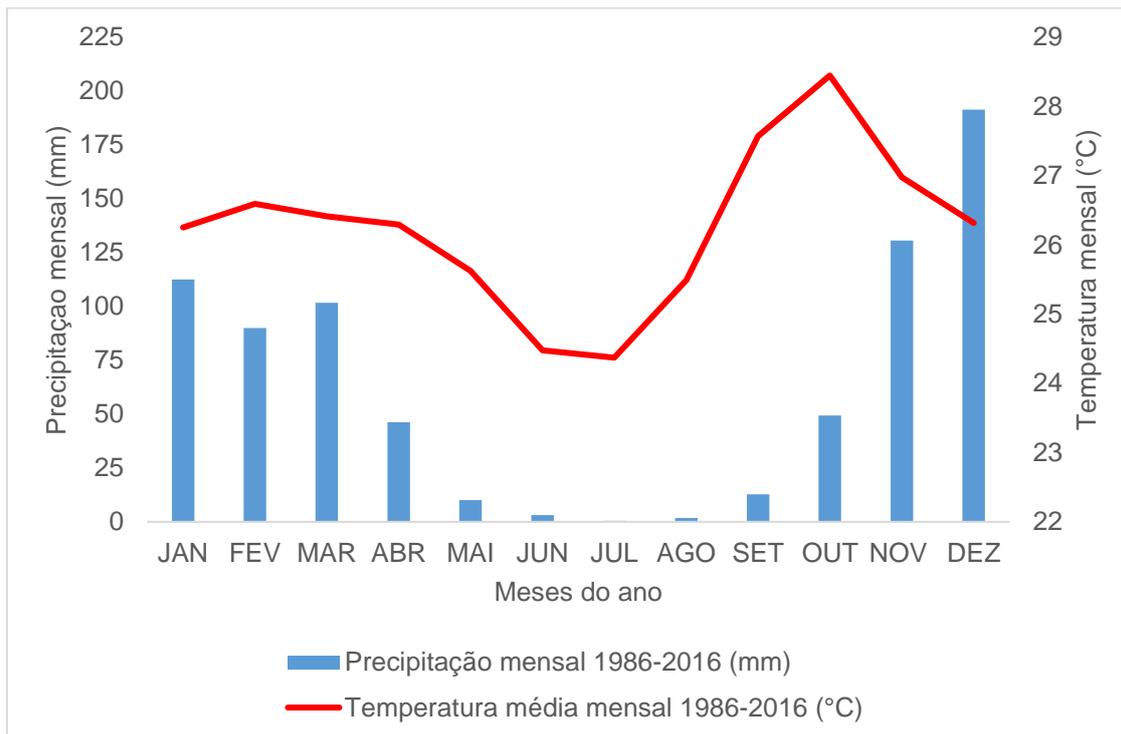
Na Figuras 3 é exibido o climograma do município de Bom Jesus da Lapa (BA), cuja precipitação anual é de 750 mm. Diferentemente de Itiruçu, as chuvas não são bem distribuídas e é possível até mesmo dividir o ano em dois períodos: o chuvoso e o não chuvoso. Os meses de maio a setembro apresentam precipitação mensais muito baixas, sendo que os valores médios pluviométricos são inferiores a 15 mm. Enquanto isso, as chuvas são abundantes de novembro a março, sendo que precipita em dezembro 191,4 mm. As temperaturas do município são mais altas do que em Itiruçu, de modo que julho apresenta a menor média (24,4 °C) e outubro, a maior (28,4 °C).

Figura 2: Climograma de Itiruçu/ BA (1986-2016)



Fonte: As autoras (2021)

Figura 3: Climograma de Bom Jesus da Lapa/ BA (1986-2016)



Fonte: As autoras (2021)

Resultado semelhante à Bom Jesus da Lapa foi encontrado nos municípios de Caetitê e Ituaçu, localizados no Centro Sul da Bahia, no estudo realizado por Oliveira *et al.* (2017). Foi verificado que nesses locais os maiores valores de precipitação ocorrem também entre os meses de novembro a abril, enquanto os mais secos incidiram de maio a outubro. Essa característica pluviométrica pode estar associada à interferência da orografia da região da Chapada Diamantina. Destaca-se que, por meio do uso desses dados, é possível construir uma programação de plantio, tratos culturais e colheita no âmbito da agricultura e assim aumentar a produtividade na região.

A variação das distribuições das chuvas ao longo do ano foi confirmada com o Grau de Concentração da Precipitação. Bom Jesus da Lapa apresentou um valor de 0,63, assim se enquadra na categoria “Normal”, de acordo com a classificação de Liu *et al.* (2016). Vale ressaltar que esse valor é muito próximo ao limiar inferior da categoria “Centralização leve” (0,647).

Salienta-se também que a concentração da precipitação em alguns meses do ano é fator limitante para a agricultura em microrregiões localizadas nas áreas semiáridas do nordeste do Brasil. Diante disso, o município de Bom Jesus da Lapa apresenta grandes áreas irrigadas a partir da captação da água do rio São Francisco, a fim de

manter viável a produção durante todo o ano (SILVA; PEREIRA; ALMEIDA, 2012; SANTOS; SANTOS; LEITE, 2019).

Enquanto isso, Itiruçu apresentou o valor de GCP de 0,22, enquadrando-se em “Alta dispersão”. Segundo Dourado, Oliveira e Avila essa característica é semelhante à encontrada nas zonas próximas ao litoral da Bahia, onde as maiores concentrações de chuva se estendem entre os meses de novembro a julho, ocorrendo uma regularidade na dispersão da chuva em todos os meses do ano. Nessas áreas atuam os sistemas meteorológicos de Sistemas frontais e as brisas do mar. Essa semelhança pode ser reflexo da proximidade do município de Itiruçu ao litoral, que é de cerca de 110 km em linha reta.

As concentrações das chuvas em um período do ano interferem no dimensionamento de cisternas de aproveitamento de água de chuva. Nesse sentido, Araújo e Cohim (2017) destacaram que há uma tendência de reservatórios maiores para valores mais elevados de Grau de Concentração da Precipitação. Assim, seria necessário um volume maior para armazenar as chuvas em Bom Jesus da Lapa para permitir que esse recurso seja aproveitado em épocas de estiagem (maio a setembro).

Essa situação pode ser observada ao verificar a eficiência de atendimento das cisternas

de água pluvial em cada um dos municípios estudados. Foi considerada a situação em que existe uma área de captação de 80 m², uma cisterna de 16 mil litros e uma demanda de 80 litros por dia. Em Bom Jesus da Lapa, essa eficiência alcança 54,1 %, assim apenas esse percentual da demanda pode ser atendido por água de chuva. Enquanto em Itiruçu, esse valor é de 90 %.

Portanto, é evidenciado que a padronização nos volumes de reservatório e/ou área de captação tende a diminuir a eficiência dos sistemas e que é adequado um dimensionamento dos reservatórios de água de chuva para cada situação, considerando características importantes, como o regime pluviométrico local, a demanda hídrica e a área de captação disponível (ARAUJO; COHIM, 2016; ANDRADE NETO, 2013; CAMPISANO; MODICA, 2012; COHIM; ORRICO, 2015; GHISI, 2010).

Ressalta-se que a NBR 15527 de 2019 (ABNT, 2019) que trata sobre aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis, não especifica um método de dimensionamento, porém determina que os reservatórios de água de chuva para atender a demanda não potáveis devem ser dimensionados com base em critérios econômicos, técnicos e ambientais, considerando a área de captação, o regime pluviométrico e a demanda.

Alguns *softwares* facilitam a tomada de decisão quanto à determinação do volume das cisternas em diferentes condições. Um exemplo deles é o TOROH, o qual é escrito na linguagem livre Python e seu desenvolvimento teve início com o trabalho de Giffoni (2019) para dessedentação animal. Dentre as funcionalidades do programa, é possibilitada a análise em áreas urbanas com abastecimento de concessionária de água e em áreas em que não há redes de abastecimento. Nesta última condição, considerou-se a água da chuva como sendo a única fonte hídrica por apresentar qualidade superior à das outras disponíveis. Nessa ferramenta computacional, é permitida a análise da demanda doméstica e a agropecuária e foram implementadas as equações de balanço de massa de Fewkes (2000), as quais foram utilizadas neste trabalho.

Por fim, o aumento da eficiência de atendimento dos sistemas de água de chuva é vantajoso para os habitantes das áreas rurais onde não há o abastecimento por fontes tradicionais, pois diminui a necessidade do uso de água de qualidade menos nobre, como os açudes e os

barreiros. A água de chuva já vem sendo utilizada em outras localidades no mundo e é uma das fontes alternativas mais estudadas atualmente para amenizar o problema da escassez hídrica (HAGEMANN; GASTALDINI, 2016). Na China, por exemplo, utiliza-se a captação de água de chuva por conta da falta de água doce (LIU *et al.*, 2018). Já, na Austrália, 26 % das famílias usam tanques de água da chuva para abastecimento potável e não potável (AHMED, 2017).

Ao tratar do Índice de Aridez, houve também uma grande diferença entre os municípios. Itiruçu apresentou um valor de 0,764, e Bom Jesus da Lapa, de 0,470. A diferença entre esses valores decorre das temperaturas, que interferem na evapotranspiração do local, em que o primeiro município tem um total anual de 970,8 mm e o segundo de 1.597,5 mm. De acordo com a Tabela 6, Bom Jesus da Lapa se enquadra no clima Semiárido e Itiruçu em Subúmido úmido. Assim, há uma divergência com a Resolução 107 da Sudene, o qual enquadra o segundo município ao semiárido.

Lopes e Leal (2015) também calcularam o índice de aridez da estação de Bom Jesus da Lapa e verificaram que em 1990 o valor calculado foi de 0,64 e para 2014 foi de 0,51, classificando a região como Subúmido seco. Essa diferença entre os resultados pode estar associada a dados climáticos de origens diferentes e ao período de análise, já que se utilizou no atual estudo o período de 30 anos. O mesmo estudo também verificou que o município possui uma tendência moderada a desertificação. Itiruçu se assemelha ao município Taquaritinga do Norte, Pernambuco, onde no ano de 2006 apresentou um índice de 0,78, se destacando como o município o maior índice na região estudada (ROCHA *et al.*, 2020).

CONCLUSÃO

Com o intuito de exibir a diversidade climática do semiárido brasileiro, em especial a do estado da Bahia, este estudo realizou a comparação climática de dois municípios baianos que se enquadram a essa região de acordo com a classificação fornecida pela Resolução 107 da Sudene. A partir disso, foi constatado que a precipitação em Itiruçu é mais bem distribuída ao longo do ano, apresentando valor anual é de 742 mm, enquanto que em Bom Jesus da Lapa é concentrada de novembro a março, com volume precipitado semelhante, de 750 mm. Isso resulta em Grau de Concentração das Chuvas (GCP)

maior para Bom Jesus da Lapa (0,634) do que o encontrando para Itiruçu (0,221).

As temperaturas médias anuais são mais altas em Bom Jesus da Lapa, interferindo na aridez do local e no aumento das taxas de evapotranspiração potencial. Diante disso, também houve uma grande diferença entre os valores de Índice de Aridez encontrados para os dois municípios. Itiruçu apresentou um valor de 0,764, enquadrando-se como Subúmido úmido, segundo a classificação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP,1992). Enquanto Bom Jesus da Lapa apresentou um Índice de Aridez de 0,470 (Semiárido).

Essas particularidades interferem nas características das cidades, inclusive na eficiência de atendimento da técnica de convivência com o semiárido conhecida como as cisternas de armazenamento de água pluvial. Verificou-se que em Bom Jesus da Lapa a Eficiência de Atendimento é de 54,1 %, enquanto que em Itiruçu, esse valor é de 90 % para a mesma demanda. Portanto, espera-se que seja exigido reservatório maiores para atender a demanda de localidades que apresentam concentração das chuvas mais significativas.

Uma limitação deste trabalho é que não foi avaliado o percentual diário de déficit hídrico, o qual é um parâmetro utilizado para a classificação como semiárido de acordo com a Resolução da Sudene. Assim, recomenda-se para trabalhos futuros a avaliação desse parâmetro para os dois municípios estudados.

Além disso, é recomendável incluir no estudo mais cidades para incrementar a análise da influência dos parâmetros estudados na eficiência de atendimento da demanda doméstica rural pelos sistemas de captação e armazenamento de água de chuva.

FINANCIAMENTO DA PESQUISA

Esta pesquisa contou com o incentivo financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), a qual concedeu bolsas de Mestrado à primeira e à segunda autora.

REFERÊNCIAS

- [1] ABNT. NBR 15527 - **Água de chuva** - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não- potáveis - Requisitos, 2019.
- [2] AHMED, W. *et al.* Amplicon-Based Taxonomic Characterization of Bacteria in Urban and PeriUrban Roof-Harvested Rainwater Stored in Tanks. **Science of the Total Environment**, v.576, p. 326-334, 2017.
- [3] AMADOR, M. C. **Variabilidade e regime das chuvas na unidade de planejamento e gerenciamento Ivinhema no período de 1980 a 2010**. 2017. 386 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2017.
- [4] AMADOR, M. C.; SILVA, C. A. da. O preenchimento de falhas de séries históricas de precipitação: o método de ponderação regional associado ao Hidroplu e o Hidroweb. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros Seção Três Lagoas**, [S.L.], v. 1, n. 31, p. 178-202, 2020.
- [5] ANA- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **HIDROWEB v3.1.1**. 2021. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/apresentacao>. Acesso em: 15 mar. 2021.
- [6] ANDRADE NETO, C. O. Aproveitamento imediato da água de chuva. **GESTA: Revista eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v. 1, n. 1, p. 67-80, 2013.
- [7] ANDRADE, T. S.; NÓBREGA, R. L. B.; GALVÃO, C. O. Estratégias de adaptação e gestão do risco: o caso das cisternas no Semiárido brasileiro. **Climacom**, v. 2, 2015.
- [8] ARAUJO, H.; SANTOS, B. A. **Agropecuária sustentável na Caatinga em 6 pontos**. 2021. Disponível em: <https://encurtador.com.br/aeBFQ>. Acesso em: 06 maio 2021.
- [9] ARAUJO, J. F.; COHIM, E. Determinação do Tamanho Ótimo dos Reservatórios de Água Pluvial em Araci na Bahia. In: XIII **Simpósio De Recursos Hídricos Do Nordeste**. Aracaju - SE, 2016.
- [10] ARAÚJO, J. F.; COHIM, E. The interference of rainfall distribution in size of rainwater tanks in Bahia. **Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications**, [S. L.], v.3, n.10, p. 190-193, 2017.
- [11] ARTICULAÇÃO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO - ASA. **Ações – Programa 1 milhão de cisternas**. Disponível em: <http://www.asabrasil.org.br/acoes/p1mc>. Acesso em: 14 jul. 2021.
- [12] BACK, A. J.; SÔNEGO, M.; PEREIRA, J. R. Índices de concentração de chuvas na região Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, a. 16, v. 27, 2020.

- [13] BERTONI, J. C.; TUCCI, C. E. M. Precipitação. In.: **Hidrologia: ciência e aplicação**, Org. Carlos E. M. Tucci, 2ª ed., Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS: ABRH, 2001.
- [14] BORGES, J. A. V; SANTOS, C. E. R. **A agricultura familiar e sua influência no município de Itiruçu/ BA**. Disponível em: <https://docplayer.com.br/69478057-Palavras-chave-economia-regional-agricultura-familiar-itirucu-ba.html>. Acesso em: 24 mar. 2021.
- [15] BRAGA, C. C.; MELO, M. L. D.; MELO, E. C. S. A. Análise de agrupamento aplicada a distribuição da precipitação no estado da Bahia. In: Congresso Brasileiro De Meteorologia, 10, 1998, Brasília. **Anais [...]**. Brasília: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 1998, p. 1857-1862.
- [16] BRASIL. **Resolução nº 107 de 27 de julho de 2017**. Estabelece critérios técnicos e científicos para delimitação do Semiárido Brasileiro e procedimentos para revisão de sua abrangência. Diário Oficial da União, seção 1, n. 176, 2017.
- [17] BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S. B. de; GAMA, G. F. B. (Ed.). **Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007.
- [18] CAMPISANO, A.; MODICA, C. Optimal sizing of storage tanks for domestic rainwater harvesting in Sicily. **Resources, Conservation And Recycling**, [S.L.], v. 63, p. 9-16, 2012.
- [19] COHIM, E.; ORRICO, S. R. M. A confiabilidade do volume das cisternas da zona rural para reservar água de chuva. **GESTA: Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, [S. L.], v. D, 2015, p. 91–99.
- [20] COSTA, M. S.; LIMA, K. C.; ANDRADE, M. M.; GONÇALVES, W. A. Tendências observadas em extremos de precipitação sobre a região Semiárida do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v 08, n 05, p. 1321-1334, 2015.
- [21] DOURADO, C. S.; OLIVEIRA, S. R. M.; AVILA, A. M. H. Análise de zonas homogêneas em séries temporais de precipitação no estado da Bahia. **Bragantia**, Campinas, v. 72, v. 2, p. 192-198, 2013.
- [22] FAO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA. **Superação da fome e da pobreza no Brasil: iniciativas brasileiras**. Brasília: FAO, 2016.
- [23] FEWKES, A. Modelling the performance of rainwater collection systems: towards a generalised approach. **Urban Water**. Nottingham, v. 1, n. 4, p. 323-333, 2000.
- [24] GIFFONI, V. V. **Otimização do sistema de captação e armazenamento de água de chuva no semiárido baiano**. 2019. 132 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2019.
- [25] GOMES, R. C.; ZANELLA, M. E.; OLIVEIRA, V. P. V. Análise das características climáticas do município de Tauá-CE/Brasil. **Bol. Geogr.**, Maringá, v. 35, n. 2, p. 38-98, 2017.
- [26] GONÇALVES, F. N.; BACK, A. J. Análise das variações espaciais e sazonal e de tendências na precipitação da região sul do Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 3, p. 592,602, 2018.
- [27] HAGEMANN, S. E.; GASTALDINI, M. do C. C. Variação da qualidade da água de chuva com a precipitação: aplicação à cidade de santa maria - rs. : aplicação à cidade de Santa Maria - RS. **Rbrh**, [s.l.], v. 21, n. 3, p. 525-536, 2016.
- [28] IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Bom Jesus da Lapa**. 2020a. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/bom-jesus-da-lapa/panorama>. Acesso em: 25 mar. 2021.
- [29] IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2010**. 2010. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/downloads-estatisticas.html>. Acesso em: 06 jul. 2021.
- [30] IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ba.html>. Acesso em 05 jul. 2021.
- [31] IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Itiruçu**. 2020b. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/itirucu/panorama>. Acesso em: 25 mar. 2021.
- [32] INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Mapa das Estações**. 2021. Disponível em: <https://mapas.inmet.gov.br/>. Acesso em: 18 mar. 2021.
- [33] LI, X. *et al.* Spatial and temporal variability of precipitation concentration index, concentration degree and concentration period in Xinjiang, China. **International Journal of Climatology**, [S.L.], v. 31, n. 11, p. 1679–1693, 2011.
- [34] LIU, Y.; YAN, J.; CEN, M. The relationship between Precipitation Heterogeneity and Meteorological Drought/Flood in China. **Journal of Meteorological Research**, v. 30, n. 5, p. 758-770, 2016.

- [35] LIU, Z. *et al.* Formation of Iodinated Trihalomethanes during Breakpoint Chlorination of Iodide-Containing Water. **Journal of Hazardous Materials**, v.353, p. 505-513, 2018.
- [36] LOPES, I; LEAL, B. G. Índice de aridez e tendência a desertificação para estações meteorológicas nos estados da Bahia e Pernambuco. **Revista Brasileira de Climatologia**, a. 11, v. 17, 2015.
- [37] MACIEL, C.; PONTES, E. T. **Secas e Convivência com o Semiárido**: Adaptação ao meio e patrimonialização da Caatinga no Nordeste Brasileiro. Consequência Editora, Rio de Janeiro, 2015.
- [38] MELLO, J. L. P.; SILVA, Leonardo D. B. da. **Irrigação**. Rio de Janeiro: UFRRJ, 2007. 180 p.
- [39] MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos; 2007.
- [40] MENEZES, G. F. F. *et al.* Indicadores de qualidade, manejo e uso da água pluvial armazenada em cisternas do semiárido baiano. **Agrarian**, v. 6, n. 22, p. 460-472, 2013.
- [41] OLIVEIRA, W. P. *et al.* Caracterização da variabilidade espacial e temporal da precipitação pluviométrica do Centro Sul Baiano. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 10, n. 4, 2017.
- [42] REED, B.; B. REED. **How much water is needed in emergencies**. World Health Organization, Geneva, Switzerland, 2014.
- [43] ROCHA, L. C. A. *et al.* Análise de índices de aridez na microrregião Alto Capibaribe – PE. **Revista GEAMA**, v. 6, n. 3, p. 22-31, 2020.
- [44] ROCHA, M. S. D. **Impacto de mudanças climáticas em cisternas rurais do Nordeste brasileiro**. 2013. 57 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2013.
- [45] SÁNCHEZ, A. S.; COHIM, E; KALID, R. A. A Review on Physicochemical and Microbiological Contamination of Roof-Harvested Rainwater in Urban Areas. **Sustainability of Water Quality and Ecology**, v. 6, p. 119-137, 2015.
- [46] SANTOS, F. A.; MENDES, L. M. S.; CRUZ, M. L. B. Análise de índice de aridez da bacia hidrográfica do rio Piracuruca – Ceará – Piauí, Nordeste do Brasil. **Geosul**, Florianópolis, v. 33, n. 67, p. 181-199, 2018.
- [47] SANTOS, G. D.; SANTOS, J. L. O.; LEITE, O. D. Variação espaço-temporal da qualidade da água nos canais de irrigação do Projeto Formoso em Bom Jesus da Lapa – Bahia. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 16, e.3, 2019.
- [48] SEMAAN, M. *et al.* Optimal sizing of rainwater harvesting systems for domestic water usages: a systematic literature review. **Resources, Conservation & Recycling**: X, [S.L.], v. 6, p. 100033-100055, 2020.
- [49] SILVA, Q. D. *et al.* Concentração da precipitação e a ocorrência de inundações no ano de 2014 no alto curso da bacia hidrográfica do rio Paciência – Ilha do Maranhão. **Revista Ciência Geográfica**, v. 24, n. 3, 2020.
- [50] SILVA, V. P. R.; PEREIRA, E. R. R.; ALMEIDA, R. S. R. Estudo da variabilidade anual e intra-anual da precipitação na região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 27, n. 2, 163-172, 2012.
- [51] SILVA, V. N. D.; DOMINGOS, P. Captação e manejo de água de chuva. **Saúde & Ambiente em Revista**, v.2, n.1, p. 68-76, 2007.
- [52] SIMÕES, Y. de S.; COHIM, E. H TENDÊNCIAS DAS CHUVAS NO ESTADO DA BAHIA. In: GESTÃO DE ÁGUA E MONITORAMENTO AMBIENTAL, 2, 2015, Aracaju. **Anais [...]**. Aracaju: RESAG, 2015. p. 1-12.
- [53] SOUZA, T. S.; NASCIMENTO, P. S. Análise da variabilidade espacial e temporal da precipitação pluviométrica na Região Hidrográfica do Recôncavo Sul (BA). **Revista brasileira de Climatologia**, a. 16, v. 27, 2020.
- [54] THORNTWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate, **geographical Review**, New York, n. 1, p. 55-94, 1948.
- [55] UNEP- UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **World Atlas of Desertification**. Londres: UNEP/Edward Arnold, 69 p., 1992.
- [56] UNESCO. **Aridity definition (UN documents), United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization**, New York, 1992. Disponível em: <http://www.unesco.org/new/en/unesco/resources/publications/>. Acesso em: 25 de março de 2021.
- [57] XIE, Z. Q.; DU, Y.; JIANG, A. J.; DING, Y. G. Climatic trends of different Intensity heavy precipitation events concentration in China. **Journal of Geographical Sciences**, 15: 459– 465, 2005.
- [58] ZHANG, L.; QIAN, Y. Annual distribution features of precipitations in China and their interannual variations. **Acta Meteorológica Sinica**, v. 7, n. 2, p. 146-163, 2003.