

Aspectos gerais do clima do arquipélago de Cabo Verde

General aspects of the climate in the Cabo verde archipelago

Danielson Jorge Delgado Neves¹
Vicente de Paulo Rodrigues Silva^{2(*)}
Rafaela Silveira Rodrigues Almeida³
Francisco de Assis Salviano de Sousa⁴
Bernardo Barbosa da Silva⁵

Resumo

O clima das ilhas do arquipélago de Cabo Verde sempre impôs muitas restrições ao desenvolvimento da atividade agrícola, devido a um regime pluviométrico com baixos volumes e concentrado numa única estação, chamada estação das águas (agosto - outubro). O presente estudo utiliza as metodologias apresentadas por Thornthwaite e o sistema de classificação de Köppen para avaliar e caracterizar o clima no arquipélago de Cabo Verde. Foram utilizadas séries temporais mensais de precipitação e de temperatura do ar mais longa possível e disponível para as diversas ilhas, que variaram entre 20 e 30 anos de dados. Nas localidades em que existem dados de precipitação e não dispunham de dados de temperatura, elas foram estimadas com base no modelo em função das coordenadas geográficas. Os resultados do trabalho permitiram concluir que o período chuvoso de Cabo Verde coincide com o período mais quente do arquipélago. Além disso, o clima do arquipélago varia de semiárido a árido, exceto a ilha do Fogo que apresenta algumas áreas com clima sub úmido. O clima desse arquipélago também pode

-
- 1 Meteorologista; Doutorando da Universidade Federal de Campina Grande do Programa de Pós-Graduação em Meteorologia; Endereço: Avenida Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, CEP: 58109900, Campina Grande, Paraíba, Brasil; E-mail: danielson@gmail.com.
 - 2 Dr.; Meteorologista; Professor Associado da Universidade Federal de Campina Grande e dos Programas de Pós-Graduação em Meteorologia e de Recursos Naturais; Endereço: Avenida Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, CEP: 58109900, Campina Grande, Paraíba, Brasil; Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq; E-mail: vicente@dca.ufcg.edu.br (*) Autor para correspondência.
 - 3 Meteorologista; Mestranda da Universidade Federal de Campina Grande do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais; Endereço: Avenida Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, CEP: 58109900, Campina Grande, Paraíba, Brasil; E-mail: rafasilver@ymail.com
 - 4 Dr.; Meteorologista; Professor Associado da Universidade Federal de Campina Grande e dos Programas de Pós-Graduação em Meteorologia e de Recursos Naturais; Endereço: Avenida Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, CEP: 58109900, Campina Grande, Paraíba, Brasil; Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq; E-mail: fassis@dca.ufcg.edu.br
 - 5 Dr.; Meteorologista; Professor Associado da Universidade Federal de Campina Grande e do Programa de Pós-Graduação em Meteorologia; Endereço: Avenida Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, CEP: 58109900, Campina Grande, Paraíba, Brasil; Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq; E-mail: bbdasilva.ufpe@gmail.com

Recebido para publicação em 04/02/2015 e aceito em 01/06/2016

ser classificado, de forma geral, como seco desértico muito quente, com chuvas de inverno e irregulares pela classificação de Köppen.

Palavras-chave: classificação climática; clima árido; temperatura do ar; precipitação.

Abstract

The climate on islands of Cape Verde has always imposed many restrictions on agricultural development due to low rainfall regime mainly concentrated in a single season, called of rainy season (August–October). This study used the methodologies presented by Thornthwaite and the Köppen classification for evaluating and to characterize the climate in the Cape Verde archipelago. It was used time series of both monthly rainfall and air temperature as long as possible as well as available to the various islands on the archipelago, ranging between 20 and 30 years. For locations with rainfall data but no air temperature data, air temperature were estimated based on the model as a function of geographic coordinates. The results indicate that the rainy season in Cape Verde coincides with the hottest period on the archipelago, due to convective effects. Moreover, the climate on the archipelago ranges from arid to semiarid, except in the island of Fogo, which presents some areas with sub humid climate according to the Thornthwaite classification. In general form, the climate on the archipelago can also be classified as hot and dry deserts with irregular winter rainfall according to climate classification of Köppen.

Key words: climate classification climate; arid climate; air temperature; rainfall.

Introdução

O conhecimento detalhado dos diferentes tipos climáticos e micro-climáticos presentes nas ilhas do arquipélago de Cabo Verde se caracteriza de fundamental importância para o planejamento de políticas de apoio à agricultura, à preservação do meio ambiente e à gestão dos recursos hídricos. Porém, é difícil elaborar a classificação dos tipos climáticos de cada ilha do arquipélago ou encontrar publicações que contenham essa classificação baseada em informações de dados meteorológicos observados. Esse país se insere na denominada faixa climática do Sahel de clima árido e semiárido, que atravessa a África desde o Atlântico ao Mar

Vermelho e se prolonga pela Arábia até aos desertos da zona temperada da Eurásia e as regiões sub-desérticas afetadas pelos climas monçônicos (MARTINS; REBELO, 2009).

Azevedo et al. (1999) consideram que, embora as ilhas sejam de pequenas dimensões, (elas) apresentam uma peculiar e significativa variação espacial das condições climáticas com fortes implicações no ambiente em geral, bem como nos diferentes setores da atividade humana (agricultura, floresta, recursos hídricos, etc.) e conduz, frequentemente, a problemas de foro da proteção civil. Segundo o mesmo autor, o conhecimento da variação espacial das condições climáticas em pequenas ilhas vulcânicas é uma questão de especial importância para a agricultura local

e para a gestão das águas. Nesses ambientes, a informação meteorológica de superfície disponível é escassa e confinada a locais costeiros, considerados representativos em nível de escala regional ou sinótica. Assim, a informação disponível não reflete a variação espacial do clima como sendo influenciado pela elevação, relevo e processos advectivos, a uma escala compatível com os requisitos normalmente exigidos para fins aplicados. No caso específico das ilhas de Cabo Verde existe uma rede meteorológica com poucas estações operacionais, em que os dados existentes das diversas variáveis mensuráveis se mostram espacialmente concentrados em três ilhas, tendo as restantes somente dados pluviométricos no período de 1981 a 2009. O uso das classificações climáticas de Koppen e Thornthwaite são ainda bastante utilizadas em estudos climáticas (SILVA et al., 2006).

O conhecimento da temperatura do ar é fundamental em várias áreas de pesquisa, principalmente em meteorologia, oceanografia, climatologia e hidrologia (CAVALCANTI et al., 2006). Porém, na ausência de dados observados, ajustes de equações polinomiais têm sido comumente utilizados para se obter a temperatura do ar, em particular, através do método dos mínimos quadrados; entretanto, essas equações têm a capacidade de estimar apenas as médias mensais de temperatura do ar em função da elevação do local e das coordenadas geográficas (SILVA et al., 2006). Essa técnica tem sido empregada na estimativa de temperatura do ar mensal média com vistas a vários propósitos de estudos climáticos. Nesse sentido, Pinto; Alfonsi (1974) estimaram as temperaturas médias, máximas e mínimas mensais no Estado do Paraná, em função da altitude e latitude; Almeida; Sá (1984) apresentaram equações de regressão para

estimar as temperaturas médias, máximas e mínimas mensais e anuais no sudeste da Bahia e áreas circunvizinhanças; Cavalcanti; Silva (1994) apresentaram equações para estimativa da temperatura do ar em três sub-regiões do Nordeste.

Além desses, vários outros autores, seguindo essa metodologia, realizaram estudos com o objetivo de se obterem equações de estimativa da temperatura para diferentes regiões desprovidas de estações meteorológicas no Brasil (CAMARGO; GHIZZI, 1991; LUIZ; SILVA, 1995; SEDIYAMA et al., 1998; CARGNELUTTI FILHO et al., 2008; ANTONINI et al., 2009). Apesar da grande importância social e econômica dessas informações para o País, não existem estudos climáticos para as ilhas de Cabo Verde. Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo analisar alguns aspectos climáticos e estabelecer a classificação climática para as principais ilhas do arquipélago de Cabo Verde.

Material e Métodos

A área de estudo analisada neste trabalho é o arquipélago de Cabo Verde que se situa no oceano Atlântico, cerca de aproximadamente 500 km de Dakar, capital do Senegal e a 1300 km das ilhas Canárias, na costa ocidental africana. O território desse pequeno país compreende dez ilhas e alguns ilhéus, divididos em dois grupos, de acordo com a disposição em relação aos ventos alísios que sopram de nordeste. O barlavento compreende as ilhas ao norte, Santo Antão, São Vicente, Santa Luzia, São Nicolau, Sal, Boa Vista e os Ilhéus Boi, Pássaros, Rabo de Junco, Branco, Raso, Sal Rei e do Baluarte; enquanto a sotavento compreende as ilhas ao sul, Maio, Santiago Fogo, Brava e os Ilhéus

Rombo, Secos, Grande, Baixo, de Cima, do Rei, Luís Carneiro, Sapado e Santa Maria. A figura 1 exibe a localização da área de estudo e, no quadro 1, são apresentados os detalhes da dimensão superficial de cada ilha e ilhéu. A localização do país, expressa através das coordenadas dos pontos extremos, é a

seguinte: Latitude: 17° 12' N (Ponta do Sol, em Santo Antão); Latitude: 14° 48' (Ponta Nhô Martinho, na Brava), Longitude: 22° 40' W (Ilhéu do Baluarte, na Boa Vista), Longitude: 25° 22' W (Ponta de Mangrade, em Santo Antão).

O arquipélago de Cabo Verde,

Figura 1 - Área de estudo do arquipélago de Cabo Verde



juntamente com os arquipélagos dos Açores e Madeira (Portugal), Canárias (Espanha) e as ilhas Selvagens constituem uma região biogeográfica denominada Macaronésia (grego makarón nesoi = Ilhas Afortunadas) definido com base em afinidades geográficas e por se situarem no Atlântico Central-Norte, entre as Latitudes de 15° e 40° e as Longitudes de 13° e 31°W (SALDANHA et al., 2009). Os arquipélagos macaronésicos têm em comum a origem vulcânica. Todas as ilhas podem ser consideradas como oceânicas, pois emergiram do mar após sucessivas erupções submarinas de magma fundamentalmente basáltica e através de fraturas e zonas de debilidade da crosta oceânica. As ilhas do

arquipélago de Cabo Verde, de origem puramente vulcânica foram consideradas as mais antigas na Macaronésia, graças ao afloramento de rochas sedimentares do mesozóico (GARCIA; TALAVERA, 2003).

O material geológico de Cabo Verde é composto essencialmente por rochas vulcânicas tais como os basaltos, fotolitos, tufos, escórias, traquitos, andesites e rochas sedimentares, principalmente calcárias. As precipitações são geralmente fracas sobre todo o território. A precipitação média anual não ultrapassa 300 mm para as zonas situadas a menos de 400 m de altitude. Na verificação dos dados, observou-se que os mesmos apresentaram tendência de redução

desde a década de 60 do século passado, o que pode ter causado impactos negativos não só nas condições de exploração agrícola, mas também no abastecimento de água. As

zonas situadas a mais de 500 m de altitude são expostas aos alísios e as precipitações podem ultrapassar 700 mm (NEVES, 2011).

Em uma abordagem dos elementos

Quadro 1 - Dimensão superficial das ilhas e ilhéus de Cabo Verde

Ilhas e ilhéus	Superfície (km ²)	Comprimento (m)	Largura (m)	Altitude (m)
Cabo Verde	4.033			
Ilha de Santo Antão	779	42.750	23.970	1.979
Ilha de São Vicente	227	24.250	16.250	725
Ilha de Santa Luzia	35	12.320	5.350	395
Ilhéu Branco	3	3.975	1.270	327
Ilhéu Raso	7	3.600	2.770	164
Ilha de São Nicolau	343	44.500	22.000	1.304
Ilha do Sal	216	29.700	11.800	406
Ilha de Boa Vista	620	28.900	30.800	387
Ilha do Maio	269	24.100	16.300	436
Ilha de Santiago	991	54.900	28.800	1.394
Ilha do Fogo	476	26.300	23.900	2.829
Ilha de Brava	64	10.500	9.310	976
Ilhéu Grande	2	2.350	1.850	96
Ilhéu Luís Carneiro	0,22	1.950	500	32

Fonte: Neves et al. (2015).

dinâmicos, o clima de Cabo Verde é governado pelas posições respectivas do anticiclone dos Açores, da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e dos movimentos das massas de ar de macro escala do Atlântico médio, induzidas pelas suas mudanças sazonais de lugar (BABAU et al., 1981). O movimento cíclico anual da ZCIT em torno do equador e a sua migração para as latitudes ao norte durante os meses de julho a outubro leva um clima monsonico temporário de sudoeste para Cabo Verde durante o verão. A presença da ZCIT sobre as latitudes de Cabo Verde é, no entanto, afetada negativamente

por flutuações do anticiclone dos Açores e por outros fluxos de massas de ar de altos níveis do norte do Oceano Atlântico Central.

Um regime pluviométrico extremamente variável no arquipélago resulta das oscilações dessas zonas de altas e baixas pressões regionais. Pelos sistemas que atuam nas proximidades do país observa-se que o regime de ventos é variado, mas o que predomina são os ventos alísios de nordeste, denominados também como Alisados de NE, que sopram com mais intensidade de dezembro a maio e, dependendo do seu percurso através do oceano ou do continente,

atinge as ilhas com mais ou menos umidade. Isso propicia a formação do efeito Föhn que origina nuvens do tipo *Estratocumulus* e, conseqüente, precipitação, nas vertentes expostas a esse fluxo, de vento úmido e, nas vertentes opostas, caracterizam um ambiente mais seco. Ocorre também um vento de leste, chamado de Harmatão, que carrega material particulado do deserto do Sahara para o sentido das ilhas gerando o que se designa de bruma seca, a qual afeta a visibilidade. A temperatura do ar média mensal fica em torno dos 20 °C, na maior parte do país no período mais frio, que vai de janeiro a abril e chega a 27 °C no período mais quente de agosto a outubro. A amplitude térmica diária é pequena (NEVES, 2011).

Para desenvolver o presente trabalho foram utilizados dados de temperatura média mensal de 15 anos (1987 a 2001) e precipitação média mensal de 28 anos (1981 a 2009). Esses dados foram cedidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica de Cabo Verde. Pelo fato de não ser possível obterem-se dados observados de temperatura do ar para todas as ilhas, foi necessário utilizar um modelo linear de regressão múltipla para estimar a temperatura do ar, em função das coordenadas locais, nas localidades onde se registravam informação de precipitação. As séries de dados mais consistentes são das estações meteorológicas localizadas nas ilhas que possuem aeroportos operacionais, principalmente no aeroporto internacional Amílcar Cabral na ilha do Sal. A razão disso é que, até há poucos anos, a meteorologia em Cabo Verde se destinava, principalmente, a suprir as necessidades da navegação aérea e marítima do país.

O modelo de estimativa da temperatura média do ar em função das coordenadas geográficas foi utilizado, neste

estudo, para se obterem as temperaturas do ar dos postos/estações que não dispunham dessa informação. Contudo, não foram encontrados registros, até então, do uso desse modelo em ambientes insulares. As análises de regressão múltipla foram efetuadas com dados de temperaturas médias mensais e coordenadas de seis estações meteorológicas sendo quatro dessas na ilha de Santiago, uma em São Vicente e outra na ilha do Sal, ambas com dados de 1987 a 2001 e complementadas com dados de estações automáticas de Santo Antão, São Nicolau, Boa Vista, Maio e Fogo. Esses dados foram utilizados para a obtenção dos coeficientes da equação de regressão abaixo:

$$T_i = a_0 + a_1\lambda + a_2\varphi + a_3h + a_4\lambda^2 + a_5\varphi^2 + a_6h^2 + a_7\lambda\varphi + a_8\lambda h + a_9\varphi h \quad (1)$$

em que T_i são as temperaturas médias mensais ($i = 1, 2, \dots, 12$) estimadas para o período analisado, λ a longitude da estação (graus e décimos, negativos), φ a latitude da estação (graus e décimos, positivos), h a altitude da estação em metros e a_n o coeficiente da equação de regressão. O nível de precisão dos dados de temperatura média mensal do ar, simulados pelo modelo foi avaliado através da análise de regressão linear, utilizando-se o teste t-Student para se avaliar a significância dos coeficientes de correlações. A classificação climática de cada posto ou estação meteorológica do arquipélago foi realizada com base na metodologia apresentada por Thornthwaite e Mather (1948), utilizando-se o *software* SEVAP (SILVA et al., 2005) e também baseada na classificação de Köppen; Geiger (1928), mais conhecida como a classificação de Köppen (1928).

Resultados e Discussão

Ilha de Santo Antão

A classificação do clima dos cinco postos pluviométricos da ilha de Santo Antão segundo os métodos de Thornthwaite (1948) e de Köppen (1928) é apresentada na tabela 1. A ilha de Santo Antão é uma das mais altas

de Cabo Verde, conhecida como a ilha das montanhas devido ao seu relevo acidentado e muito inclinado. Essa declividade não tem uma contribuição efetiva para a infiltração da água precipitada sendo a maior parte perdida na forma de escoamento superficial, mas, ainda assim, ela é uma das ilhas com maior vocação agrícola do país. Pela disposição

Tabela 1 - Classificação climática da Ilha de Santo Antão pela metodologia de Thornthwaite (1948) e de Köppen (1928)

Posto/Método	Thornthwaite		Köppen	
	Fórmula	Clima	Fórmula	Clima
Chã de Arroz	EA'da'	Árido	BWx'h'	Desértico, muito quente
Passagem	DB'4da'	Semiárido	Aw	Tropical chuvoso
Água das Caldeiras	DB'1da'	Semiárido	Cw	Temperado chuvoso
Boca de Coruja	EA'da'	Árido	BWwh'	Desértico, muito quente
Chocho	DB'4da'	Semiárido	Aw	Tropical chuvoso

Fonte: Neves et al. (2015).

dos postos dentro da ilha, que possui uma orientação NE-SW, percebe-se claramente que eles estão concentrados na vertente exposta à corrente úmida dos alísios sendo três, dentre os cinco postos, localizados a altitudes acima dos 200 m; por conseguinte, não possuem uma representatividade significativa da variação climática da ilha. A razão disso é que, na vertente oposta, as características climáticas e de relevo são contrastantes; no entanto, pode-se classificar o clima da ilha de Santo Antão como árido, megatérmico com tendência a semiárido mesotérmico, pela metodologia de Thornthwaite. Entretanto, com o aumento da altitude, percebe-se um pequeno ou nenhum excesso de água, sendo que a concentração da evapotranspiração no trimestre mais quente (julho, agosto, setembro) é de 32%. Na aplicação da metodologia de Köppen, o clima da ilha é classificado como seco desértico

muito quente, quase sem precipitação e com vegetação formada, em sua maioria, por cactos.

As chuvas na ilha são irregulares, principalmente nos postos de Chã de Arroz e Boca de Coruja, com as menores altitudes. Para os postos de Passagem e Chocho, situados em altitudes mais elevadas, o clima é classificado como tropical chuvoso com inverno seco, onde a precipitação no inverno é menor que 60 mm e a vegetação, em sua maioria arbustiva e rasteira. Para o posto Água das Caldeiras, o mais alto de toda a ilha, obteve-se a seguinte classificação: clima temperado seco de inverno, com verão chuvoso e a precipitação, no mês mais seco, registrou valor dez vezes menor do que a precipitação máxima de verão; possui vegetação de cerrado. A classificação de Köppen mostrou uma grande variação climática dentro da ilha de Santo Antão.

Ilha de São Vicente

A temperatura média mensal nessa ilha varia entre 22 °C, em janeiro e fevereiro (os meses mais frios), e 27 °C em agosto e setembro, sendo considerados os meses em que ocorrem os maiores valores de precipitação. A ilha de São Vicente possui uma topografia plana com poucas elevações sendo o ponto mais alto, de aproximadamente 700 m. A declividade apresenta-se moderada, mas as intensas chuvas que precipitam sobre a ilha, em intervalos curtos de tempo, e seu significativo escoamento superficial, causam a erosão do solo.

A tabela 2 exibe a classificação climática da ilha de São Vicente, baseada

em um posto, de acordo com as duas metodologias utilizadas neste estudo. Pela classificação climática de Thornthwaite, a ilha de São Vicente possui um clima árido, megatérmico, com pouco ou nenhum excesso de água e com 32,8% da concentração da evapotranspiração potencial no trimestre mais quente (julho, agosto e setembro). Já pela classificação de Köppen, essa ilha possui um clima seco desértico muito quente, quase sem precipitação e com vegetação formada, em sua maioria, por cactos. A precipitação que ocorre é caracterizada como chuva de inverno, porém pela observação dos dados, constata-se que as chuvas ocorrem predominantemente no verão.

Tabela 2 - Classificação climática da Ilha de São Vicente pela metodologia de Thornthwaite (1948) e de Köppen (1928) com dados simulados

Posto/Método	Thornthwaite		Köppen	
	Fórmula	Clima	Fórmula	Clima
Mindelo	EA'da'	Árido	BWsh'	Desértico, muito quente

Fonte: Neves et al. (2015).

Ilha de São Nicolau

A ilha de São Nicolau possui um formato peculiar com um relevo acidentado, inclinado que se alonga e estreita para o leste. A variação de temperatura e precipitação nos postos da ilha acompanha o exposto até então no que se refere aos sistemas atuantes tanto de grande escala como de escala local. Os maiores valores de precipitação e menores valores de temperatura do ar média mensal simulados são observados em Cachaço que está a uma altitude de 724 m; enquanto que a Vila Ladeira Igreja, que se encontra a 125 m de altitude, registra os menores

valores de precipitação e os maiores valores de temperatura. Segundo a classificação climática de Thornthwaite, utilizada neste trabalho, a ilha de São Nicolau possui um clima árido de megatérmico a mesotérmico na sua extensão em baixas altitudes e semiárido mesotérmico à medida que se aumenta a altitude, com pequeno ou nenhum excesso de água e com cerca de 33% da evapotranspiração potencial no período mais quente (julho, agosto e setembro). A tabela 3 apresenta a classificação climática dessa ilha, segundo as metodologias de Thornthwaite e de Köppen, para os três postos avaliados.

Tabela 3 - Classificação climática da Ilha de São Nicolau pela metodologia de Thornthwaite (1948) e de Köppen (1928)

Posto/Método	Thornthwaite		Köppen	
	Fórmula	Clima	Fórmula	Clima
Cachaço	DB'3da'	Semiárido	BWwh'	Seco, desértico muito quente
Canto Fajã	EB'3da'	Árido	BWwh'	Seco, desértico muito quente
Vila Ladeira	EA'da'	Árido	BWsh	Seco, desértico quente

Fonte: Neves et al. (2015).

O sistema de classificação de Köppen indica que o clima da ilha de São Nicolau é classificado como sendo um clima seco desértico quente, quase sem precipitação e com vegetação formada, em sua maioria, por cactos, com ocorrência de chuvas de verão em Cachaço e Canto Fajã, sendo que, em Vila Ladeira Igreja, ocorrem chuvas de inverno. As precipitações nessa ilha, em geral, concentram-se no verão, sendo que os totais pluviométricos em Vila Ladeira Igreja são consideravelmente menores do que nos outros postos pluviométricos do arquipélago.

Ilha do Sal

A temperatura do ar média mensal simulada na ilha do Sal, em Cabo Verde, varia entre 22 e 27 °C, de modo semelhante às ilhas analisadas anteriormente; entretanto, os valores de precipitação são os menores registrados no arquipélago, sendo o máximo observado em setembro com cerca de 25 mm. O relevo da ilha é plano com quase nenhuma elevação significativa, além de apresentar declividade mínima na maior parte da sua extensão. Portanto, a orografia tem efeito

insignificante na precipitação registrada na ilha, sendo, esta, então, justificada apenas pela ZCIT. Os ventos secos que sopram do deserto do Sahara, no continente africano, conhecidos como Harmatão e Lestadas contribuem para deixar a atmosfera nessa ilha ainda mais seca. Os baixos valores de precipitação associados aos valores de temperatura média anual em torno dos 25 oC sugerem que o clima da ilha seja árido. Pelo sistema de classificação climática de Thornthwaite se confirma a aridez do clima da ilha do Sal. Especificamente, esta ilha é classificada como tendo um clima árido, megatérmico, com pequeno ou nenhum excesso de água e com 33,3% da evapotranspiração potencial anual no trimestre mais quente (agosto, setembro, outubro). Pelos índices climáticos obtidos, pode-se dizer que a ilha do Sal é a mais árida de Cabo Verde, segundo a avaliação dos dados simulados (Tabela 4). Por outro lado, a classificação de Köppen afirma que o clima dessa ilha é seco desértico muito quente, quase sem precipitação e com vegetação formada, em sua maioria, por cactos, sendo registradas apenas chuvas de verão.

Tabela 4 - Classificação climática da Ilha do Sal pela metodologia de Thornthwaite (1948) e de Köppen (1928)

Posto/Método	Thornthwaite		Köppen	
	Fórmula	Clima	Fórmula	Clima
Mindelo	EA'da'	Árido	BWwh'	Desértico, muito quente

Fonte: Neves et al. (2015).

Ilha do Maio

Tal como ocorreu para a ilha do Sal, também se observa na ilha do Maio um relevo bastante plano com poucas elevações com no máximo 300 metros de altitude. O declive dessa ilha é quase nulo havendo apenas uma elevação na sua parte central com alguma declividade, mas ainda assim reduzida. Portanto, infere-se que o relevo não contribui significativamente para variação da precipitação observada nessa ilha. Deve-se registrar que as ilhas do grupo oriental (Sal, Boa Vista e Maio) apresentam localização muito próxima ao continente, recebendo, assim, o intenso fluxo de ventos secos provenientes da massa continental africana. Dessa forma, a ilha do Maio também registra uma atmosfera bastante seca que, aliada ao relevo plano, não favorece a ocorrência de precipitação através de sistemas locais. A precipitação

está intensamente associada à proximidade da ZCIT nessa ilha.

A temperatura do ar média mensal simulada nessa ilha varia entre 23 °C em fevereiro, mês considerado mais frio, e 27 °C em setembro, o mês mais quente. O clima da ilha do Maio é classificado pela metodologia de Thornthwaite do tipo árido, megatérmico com pequeno ou nenhum excesso de água, onde se registram 33,3% da evapotranspiração potencial no trimestre mais quente, geralmente nos meses de agosto, setembro e outubro. A tabela 5 exibe a classificação climática dessa ilha, segundo os dados de seus três postos de medição, de acordo como os métodos Thornthwaite e de Köppen. Pelo método de Köppen o clima dessa ilha é classificado como seco desértico muito quente, quase sem precipitação, esta concentrada no inverno; enquanto a vegetação é formada, em sua maioria, por cactos.

Tabela 5 - Classificação climática da Ilha do Maio pela metodologia de Thornthwaite (1948) e de Köppen (1928)

Posto/Método	Thornthwaite		Köppen	
	Fórmula	Clima	Fórmula	Clima
Centro Zootécnico	EA'da'	Árido	BWsh'	Clima desértico muito quente
Vila do Maio	EA'da'	Árido	BWsh'	Clima desértico muito quente
C. Monte Vermelho	EA'da'	Árido	BWsh'	Clima desértico muito quente

Fonte: Neves et al. (2015).

Ilha de Santiago

Santiago é a maior ilha de Cabo Verde e apresenta grandes altitudes, com um relevo acidentado e inclinado, atingindo a altitude máxima de 1394 metros. A temperatura do ar média mensal simulada varia entre 18 e 24 °C, sendo o valor médio máximo em setembro, em torno de 27 °C. A precipitação também segue a sazonalidade característica das demais ilhas do arquipélago, com o máximo

próximo de 180 mm, entre os meses agosto a outubro, variando em quantidade de acordo com a localização de cada posto. Nessa ilha, o relevo contribui para a formação de maior precipitação, em face da própria localização da ilha mais a sul. Isso favorece a formação de precipitação quando da atuação da ZCIT no trimestre chuvoso. A tabela 6 exibe a classificação climática da ilha de Santiago de acordo com as metodologias utilizadas neste estudo para os seus nove postos de medição.

Tabela 6 - Classificação climática da Ilha de Santiago pela metodologia de Thornthwaite (1948) e de Köppen (1928)

Posto/Método	Thornthwaite		Köppen	
	Fórmula	Clima	Fórmula	Clima
Ribeirão Chiqueiro	EB'4da'	Árido	BWx'h'	Seco desértico muito quente com chuvas irregulares
Ribeira da Barca	EA'da'	Árido	BWsh'	Seco desértico muito quente com chuvas de inverno
Ribeirão Manuel	DB'4da'	Semiárido	BSsh'	Seco muito quente, pequena estação de chuvas no inverno
Babosa Picos	DB'4da'	Semiárido	BSsh'	Seco muito quente, pequena estação de chuvas no inverno
Ribeirinha	EA'da'	Árido	BWx'h'	Clima seco desértico muito quente quase sem precipitação
Aeroporto Praia	EA'da'	Árido	BWsh'	Seco desértico muito quente com chuvas de inverno
Chão Bom	EA'da'	Árido	BWsh'	Seco desértico muito quente com chuvas de inverno
Assomada	DB'3da'	Semiárido	BSx'h'	Seco muito quente, pequena estação de chuvas irregulares
São J. dos Órgãos	DB'4da'	Semiárido	BSsh'	Seco muito quente, pequena estação de chuvas no inverno

Fonte: Neves et al. (2015).

Pelo fato de nenhum dos postos analisados estarem localizados em altitudes acima dos 600 m, bem como pelo fato de a ilha ter uma altitude máxima de 1390 m

presume-se que em níveis mais elevados o clima possa apresentar uma variação para seco sub úmido favorecido pelo microclima local. De acordo com a metodologia de Köppen,

o clima da ilha de Santiago é seco desértico muito quente com precipitação bastante irregular durante o período de inverno. A vegetação varia entre cactos, nas baixas altitudes, à vegetação de pampas, estepes e pradarias nas altitudes mais elevadas.

Essa ilha é considerada uma das que apresentam maior vocação agrícola no país ao lado da ilha de Santo Antão, pois ambas têm vales e planaltos onde se pratica intensa agricultura. Entretanto, tal como a ilha de Santo Antão, essa ilha também possui uma declividade acentuada que não favorece a infiltração da água precipitada; então a maior parte das chuvas se perde sob forma de escoamento superficial em sentido ao mar. A análise dos dados da classificação climática segundo Thornthwaite para Santiago, permitiu constatar que o clima dessa ilha é árido megatérmico para as regiões abaixo de 300 m de altitude e acima desse nível o clima é semiárido mesotérmico. Contudo, não se pode descartar a variação espacial do clima devido aos efeitos locais (Efeito Föhn) que

podem estender a superfície árida para além dos 300 m de altitude (NEVES, 2011).

Ilha do Fogo

A precipitação observada nos postos pluviométricos da ilha do Fogo é a maior registrada no país chegando a alcançar valores pouco acima dos 200 mm no mês de setembro. Contribui para esse fato a posição geográfica da ilha mais ao sul bem como a sua grande elevação. A ilha apresenta formato de uma grande montanha no meio do mar com seu cume localizado no pico do vulcão do Fogo a 2829 m. Nessa ilha, a altitude contribui bastante para a variação do clima pelo que se pode observar nos índices obtidos a partir da classificação climática de Thornthwaite. Os postos pluviométricos se encontram todos acima de 300 m de altitude, sendo o mais alto a 1245 m. Dessa forma, configuram-se, então, tipos climáticos variando entre árido, semiárido e seco sub úmido conforme o aumento da altitude. A tabela 7 exhibe a classificação climática

Tabela 7 - Classificação climática da Ilha do Fogo pela metodologia de Thornthwaite (1948) e de Köppen (1928)

Posto/Método	Thornthwaite		Köppen	
	Fórmula	Clima	Fórmula	Clima
Atalaia	DA'da'	Semiárido	BSx'h'	seco muito quente, chuvas irregulares
Cocho	C1B'4da'	Seco Sub-úmido	BSwh'	seco muito quente, pequena estação de chuvas no verão
Galinheiro	DA'da'	Semiárido	BSsh'	seco muito quente, pequena estação de chuvas no inverno
Monte Velha	C1B'3sa'	Seco Sub-úmido	Awi	tropical chuvoso com inverno seco
Ribeira Ilhéu	DA'da'	Semiárido	BSx'h'	seco muito quente, pequena estação de chuvas no inverno
Achada Furna	EB'4da'	Árido	BWx'h'	seco desértico muito quente, chuvas irregulares

Fonte: Neves et al. (2015).

dessa ilha, de acordo com as metodologias utilizadas no estudo para os seus seis postos.

Em linhas gerais, os resultados sugerem que a ilha do Fogo possui clima variando de semiárido megatérmico a seco sub úmido mesotérmico com alguns locais de clima árido mesotérmico. Além disso, essa ilha apresenta pequeno ou nenhum excesso de água e aproximadamente 34% da evapotranspiração potencial anual no trimestre mais quente (julho, agosto, setembro). Por outro lado, a classificação de Köppen também indica que o clima da ilha do Fogo é variado; que pode ser classificado como seco, muito quente com chuvas irregulares. Observa-se, ainda, micro clima tropical chuvoso com inverno seco no posto de Monte Velha, cuja altitude é de 1245 m. Outras regiões localizadas em elevadas altitudes podem ser caracterizadas de micro climas mais úmidos e baixas temperaturas.

Ilha da Brava

A ilha da Brava apresenta uma área pequena, porém com altitude elevada e inclinada, atingindo cerca de 900 m. A temperatura do ar média mensal estimada apresenta o mesmo padrão da ilha do Fogo, com redução abrupta nos meses de abril e maio e variando pouco nos demais meses do ano. A precipitação máxima observada é em torno de 100 mm no mês de agosto, registrada no posto Campo Baixo que fica a 760 m de altitude. O clima da ilha da Brava pode ser classificado pela metodologia de Thornthwaite como sendo um clima árido megatérmico, com pouco ou nenhum excesso de água, bem como com 33% da evapotranspiração potencial anual concentrado no trimestre mais quente (junho, julho, agosto). A tabela 8 exhibe a classificação

Tabela 8 - Classificação climática da Ilha da Brava pela metodologia de Thornthwaite (1948) e de Köppen (1928)

Posto/Método	Thornthwaite			Köppen
	Fórmula	Clima	Fórmula	Clima
Furna	EA'da'	Árido	BWsh'	seco desértico muito quente, chuva de inverno
Cachaço	EA'da'	Árido	BWsh'	seco desértico muito quente, chuva de inverno
Nova Sintra	EA'da'	Árido	BWsh'	seco desértico muito quente, chuva de inverno
Campo Baixo	EA'da'	Árido	BWx'h'	seco desértico muito quente, chuvas irregulares

Fonte: Neves et al. (2015).

climática dessa ilha, para os seus quatro postos, de acordo com as metodologias de Thornthwaite e de Köppen.

Conclusões

Os resultados deste trabalho com a classificação climática das ilhas do arquipélago de Cabo Verde permitiram concluir que as

ilhas com clima árido são: Ilha do Maio, São Vicente e ilha de Brava; enquanto as ilhas com clima semiárido e árido são: Santo Antão, Santiago. Por outro lado, apenas a ilha do Fogo apresenta clima sub úmido, além de árido e semiárido. As temperaturas médias mensais de Cabo Verde podem ser estimadas com boa precisão através de modelo que

envolve as coordenadas geográficas, exceto para localidades em elevadas altitudes. Constatou-se, ainda, que as temperaturas médias máximas no arquipélago de Cabo Verde ocorrem no trimestre agosto-outubro, enquanto as mínimas no trimestre

dezembro-fevereiro, além disso, o período chuvoso da ilha (agosto-outubro) coincide com o período mais quente do arquipélago. O tratamento estatístico utilizado neste estudo foi satisfatório para atingir os objetivos deste trabalho.

Referências

ALMEIDA, H. A.; SÁ, D. F. Estimativa das temperaturas médias, máximas e mínimas mensais e anuais do Sudoeste da Bahia. **Revista Theobroma**, v.14, p.135-142, 1984.

ANTONINI, J. C. A.; SILVA, C. M.; OLIVEIRA, L. F. C.; SANO, E. E. Modelo matemático para estimativa da temperatura média diária do ar no Estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.4, p.331-338, 2009.

AZEVEDO, E. B.; PEREIRA, L.S.; ITIER, B. Modeling the local climate in Island. Environments: water balance application. **Agricultural Water Management**, v.40, p.393-403, 1999.

BABAU, M. C.; SILVA, R.; ALVES, A. **Approche et contraintes climatiques et évaluation des ressources en eau**. Document de travail project Agrhymet: OMM/RAF/78/004 de l'Organisation Météorologique Mondiale des Nations Unies. Ministère de Développement Rural, Praia, Cap Vert, 1981.

CAMARGO, A. P.; GHIZZI, S. M. **Estimativa de temperaturas médias mensais com base em cartas de temperatura potencial normal ao nível do mar para a região Sudeste do Brasil**. Campinas: IAC, 1991. 17p. (IAC. Boletim Técnico, 141).

CARGNELUTTI FILHO, A.; MALUF, J. R. T.; MATZENAUER, R. Coordenadas geográficas na estimativa das temperaturas máxima e média decendiais do ar no Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v.38, p.2448-2456, 2008.

CAVALCANTI, E. P.; SILVA, E. D. V. Estimativa da temperatura do ar em função das coordenadas locais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 7., CONGRESSO LATINO-AMERICANO E IBÉRICO DE METEOROLOGIA, 1994, Belo Horizonte. **Anais...**, Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 1994. p.154-157.

CAVALCANTI, E. P.; SILVA, V. P. R.; SOUSA, F. A. S. de. Programa computacional para a estimativa da temperatura do ar para a Região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.1, p.140-147, 2006.

GARCÍA, F.; TALAVERA, C. **La Macaronesia** (Consideraciones geológicas, biogeográficas y paleoecológicas). Disponível em: <<http://elguanche.net/macaronesiav2003.htm>>. Acesso em: 1 ago. 2011.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150 cm x 200 cm.

LUIZ, A. J. B.; SILVA, F. A. M. Temperaturas decendiais máxima, mínima e média como função da latitude e altitude, em Goiás. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 9., 1995, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1995. p.234-236.

MARTINS, B.; REBELO, F. **Erosão e paisagem em São Vicente e Santo Antão (Cabo Verde)**: o risco de desertificação. *Territorium*. 16 69-78, 2009. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10316/13288>>. Acesso em: 12 jul. 2011.

NEVES, D. J. D. **Aspectos gerais do clima do arquipélago de Cabo Verde**. 2011. 68 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Meteorologia) - Universidade Federal de Campina Grande, 2011.

PINTO, H. S.; ALFONSI, R. R. Estimativa das temperaturas médias, máximas e mínimas mensais no Estado do Paraná, em função da altitude e latitude. **Caderno de Ciências da Terra**, v.52, p.1-28, 1974.

SALDANHA, D. L.; LIMA, E. F.; MACHADO, A.; AZEVEDO, J. M. M.; SOMMER, C. A.; WAICHEL, B. L. O uso de imagens orbitais multiespectrais e de SRTM como apoio no mapeamento geológico-geomorfológico da ilha do Faial, Açores central. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16., 2009, Natal. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. p. 3341-3346.

SEDIYAMA, G. C.; MELO JÚNIOR, J. C. F. Modelos para estimativa das temperaturas normais mensais médias, máximas, mínimas e anual no Estado de Minas Gerais. **Engenharia na Agricultura**, v.6, p.57-61, 1998.

SILVA, V. P. R.; BELO FILHO, A. F.; SILVA, B. B.; CAMPOS, J. H. B. C. Desenvolvimento de um sistema de estimativa da evapotranspiração de referência. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.4, p.547-553, 2005.

SILVA, V. P. R.; SOUSA, F. A. S.; CAVALCANTI, E. P.; SOUZA, E. P.; SILVA, B. B. Teleconnections between sea-surface temperature anomalies and air temperature in northeast Brazil. **Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics**, v. 68, p.781-792, 2006.

THORNTHWAITE, C. W. An approach towards a rational classification of climate. **Geographical Review**, London, v.38, p.55-94, 1948.