



ISSN: 2447-3359

REVISTA DE GEOCIÊNCIAS DO NORDESTE

*NortheastGeosciencesJournal*

v. 7, nº 2 (2021)

<https://doi.org/10.21680/2447-3359.2021v7n2ID21397>



## CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DA SERRA DE MARTINS – RN

Jacimária Fonseca de Medeiros<sup>1</sup>; Luiz Antônio Cestaro<sup>2</sup>; Larissa Silva Queiroz<sup>3</sup>

CLIMATE CHARACTERIZATION OF SERRA DE MARTINS – RN

### Abstract

<sup>1</sup>Doutora em Geografia, Departamento de Geografia, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), Pau dos Ferros/RN, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4394-1663>

Email: jacimariamedeiros@uern.br

<sup>2</sup>Doutor em Geografia, Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal/RN, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0430-8566>

Email: lacestaro@cchla.ufrn.br

<sup>3</sup>Mestra em Geografia, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), Mossoró/RN, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0400-2535>

Email: lariqueiroz98@gmail.com

The Brazilian Northeast in its largest portion is defined by a Semi-arid climate. However, when analyzing the region on a larger cartographic scale, it is possible to reveal areas that escape this context, being characterized as Areas of Exception or wet enclaves. Thus, this research aimed at a climatic characterization of Serra de Martins, in the period from 1973 to 2002, comparing with the municipality of Antonio Martins, located in the Depression Sertaneja. As for the data, rainfall data were made available by EMPARN and temperature data were estimated using software, following the model of Cavalcanti and Silva (1994), called *Estima\_T*, which provides the averages, maximum and minimum values based on latitude, longitude and altitude. After data tabulation, the climatological water balance was generated, according to the model proposed by Thornthwaite and Mather (1955). For Martins, the rainfall average of 1230 mm and 23 °C was found as a thermal average. Antonio Martins, meanwhile, found an average precipitation value of 693 mm and its thermal average is 26 °C. From the data generated in the water balance, we have the following climatic polytype, B1w2A' (Wet Megatherm with water deficit in winter and spring) for Martins and C1dA' (Dry Subhumid Megatherm with little or no water surplus) for Antonio Martins.

**Keywords:** Climate. Semi-arid. Exception Area.

CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DE SERRA DE MARTINS – RN

### Resumen

The Northeast of Brazil in its largest part is defined by a semi-arid climate. However, when analyzing the region on a larger cartographic scale, it is possible to reveal areas that escape this context, characterizing them as Areas of Exception or wet enclaves. Thus, this investigation aimed at a climatic characterization of the Serra de Martins, in the period from 1973 to 2002, comparing with the municipality of Antonio Martins, located in the Depression Sertaneja. As for the data, EMPARN provided the data of precipitations and the data of temperature were estimated using software, following the model of Cavalcanti and Silva (1994), called *Estima\_T*, which provides the averages, maximum and minimum values based on latitude, longitude and altitude. After data tabulation, the climatological water balance was generated, according to the model proposed by Thornthwaite and Mather (1955). For Martins, the rainfall average of 1230 mm and 23 °C was found as a thermal average. Antonio Martins, meanwhile, found an average precipitation value of 693 mm and its thermal average is 26 °C. From the data generated in the water balance, we have the following climatic polytype, B1w2A' (Wet Megatherm with water deficit in winter and spring) for Martins and C1dA' (Dry Subhumid Megatherm with little or no water surplus) for Antonio Martins.

### Resumo

A maior parte do Nordeste brasileiro é definido pelo clima semiárido. No entanto, ao analisar a região em escala cartográfica maior, é possível encontrar áreas que fogem a este contexto, caracterizando-se como Áreas de Exceção ou enclaves úmidos. Assim, esta pesquisa objetivou uma caracterização climática da Serra de Martins, no período de 1973 a 2002, comparando com o município de Antonio Martins, situado na Depressão Sertaneja. Os dados pluviométricos foram disponibilizados pela EMPARN e os de temperatura foram estimados em software, seguindo modelo de Cavalcanti e Silva (1994), denominado de *Estima\_T* e que disponibiliza as médias, máximas e mínimas com base em dados de latitude, longitude e altitude. Após a tabulação dos dados, o balanço hídrico climatológico foi gerado, conforme modelo proposto por Thornthwaite e Mather (1955). Para Martins encontrou-se a média pluviométrica de 1230 mm e 23 °C como média térmica. Já Antonio Martins o valor médio de precipitação encontrado foi de 693 mm e sua média térmica é de 26 °C. A partir dos dados gerados no balanço hídrico, tem-se a seguinte tipologia climática: B1w2A' (Megatérmico Úmido com déficit hídrico no inverno e na primavera) para Martins e C1dA' (Megatérmico Subúmido Seco com pequeno ou nenhum excedente hídrico) para Antonio Martins.

**Palavras-chave:** Clima; Semiárido; Área de Exceção.

se generó el balance hídrico climatológico, de acuerdo con el modelo propuesto por Thornthwaite y Mather (1955). Para Martins, el promedio de precipitaciones de 1230 mm y 23°C se encontró como un promedio térmico. Antonio Martins, por su parte, encontró un valor promedio de precipitación de 693 mm y su promedio térmico es de 26 °C. A partir de los datos generados en el balance hídrico, tenemos la siguiente tipología climática, B1w2A'Megatherm húmedo con déficit hídrico en invierno y primavera) para Martins y C1dA' (Megatherm subhúmedo seco con poco o ningún excedente de agua) para Antonio Martins.

**Palabras-clave:** Clima. Semi árido. Área de Excepción.

## 1. INTRODUÇÃO

O clima de qualquer região é definido em grande parte pela circulação geral da atmosfera, a qual resulta em última instância, do aquecimento diferencial do globo através da radiação solar, distribuição dessimétrica de oceanos e continentes na superfície terrestre e das características topográficas sobre os continentes. (FERREIRA; MELO, 2005). Conforme os autores, tais fatores geram padrões de circulação que redistribuem calor, umidade e quantidade de movimento de maneira heterogênea na Terra.

Partindo desse entendimento, Mendonça e Danni-Oliveira (2007) definem o Brasil como um país tropical, já que encontra-se situado na faixa tropical, conferindo aspectos particulares, como a considerável luminosidade do céu (insolação) e nas elevadas temperaturas atreladas à pluviosidade (clima quente e úmido), situando-se em uma das áreas de maior recebimento de energia solar do planeta.

Inserida neste contexto, a região Nordeste brasileira (NEB), por sua vez, apresenta atributos climáticos extremos quando comparados ao cenário brasileiro; dentre estes, destacam-se baixos níveis de umidade, escassez de chuvas anuais, irregularidade no ritmo das precipitações ao longo dos anos, prolongados períodos de estiagem, solos salinos, ausência de rios perenes e irregulares precipitações pluviais, extremamente limitadas a um curto período do ano, em média de 2 a 3 meses (AB'SABER, 1974; REIS, 1976).

Segundo Kayano e Andreoli (2009), na região são reconhecidos três tipos climáticos: Clima Litorâneo Úmido, Clima Tropical e Clima Tropical Semiárido. Essa diversidade climática evidenciada acontece em virtude dos mecanismos físicos que afetam a área, sendo responsáveis pela formação e distribuição das chuvas. Dentre os principais fatores que determinam essa variabilidade climática, pode-se mencionar a posição geográfica, o relevo, as características da superfície e os sistemas de tempo atuantes na região, que possuem escalas espaciais e temporais distintas (MARENGO *et al.*, 2011; FERREIRA; REBOITA; ROCHA, 2019).

Logo, Ferreira e Mello (2005), destacam que os principais sistemas atmosféricos inibidores ou causadores de chuvas sobre o

NEB são: a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), principal mecanismo responsável pelas precipitações que ocorrem no centro norte da região no período de fevereiro a maio, em especial nos estados do Ceará, oeste do Rio Grande do Norte e interior da Paraíba e Pernambuco; as Frentes Frias que provocam chuva no centro sul do NEB, nos meses de novembro a janeiro; as Ondas de Leste, responsáveis pelas chuvas no leste do NEB entre maio e agosto; os Vórtices Ciclônicos da Altos Níveis (VCANs), que ocorrem na primavera, verão e outono (setembro a abril), com máxima frequência no mês de janeiro; as Linhas de Instabilidade, causadoras de chuva, normalmente do tipo cumulus; os Complexos Convectivos de Mesoescala, provocando chuvas fortes e de curta duração, normalmente acompanhadas de fortes rajadas de vento, e por fim, as Brisas Marítimas e Terrestres.

Além dos mecanismos mencionados, também se faz presente a atuação do El Niño (EN), que segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007), é um fenômeno climático, decorrente da forte influência das condições oceânicas, salientando a interação oceano-atmosfera, principalmente do El Niño de Oscilação Sul (ENOS). Em anos de EN, a convecção equatorial desloca-se para o Leste, alterando o posicionamento da célula de Walker, podendo inibir a formação de nuvens e deslocando a ZCIT para o Norte, favorecendo a ocorrência de períodos secos ou muito secos na região do NEB (SCHMIDT, 2014).

Do contrário, em anos de La Niña (LN), com o resfriamento das águas do Oceano Pacífico, associadas ao Dipolo Negativo do Atlântico, o centro de Alta Pressão do Atlântico Norte (AAN) se fortalece, soprando ventos de Nordeste que empurram a ZCIT para uma posição mais ao Sul. Assim, a LN geralmente é responsável pelos anos considerados normais, chuvosos ou muito chuvosos na região Nordeste.

As chuvas orográficas também desempenham importante papel no contexto climático da região, entendida como aquelas oriundas da ação física do relevo, atuando como uma barreira à advecção livre do ar, o qual é forçado a descer. Nesse sentido, identifica-se no NEB uma grande barreira física, o Planalto da Borborema, disposto no sentido Sul-Norte, responsável pelos contrastes entre os volumes de chuva em cada lado da barreira montanhosa, ao passo em que interfere na atuação de mecanismos formadores de precipitação.

Barbosa (1998) salienta que algumas das áreas mais secas do NEB, com índices pluviométricos oscilando em torno de 300 mm/ano, constituem vales localizados à sotavento da barreira topográfica que se eleva até 1000 m de altura, onde os ventos chegam secos (sem umidade). Por outro lado, à barlavento das barreiras existem áreas bastante úmidas, propícias à agricultura. Sobre este fenômeno, pode-se encontrar explicação em Mendonça e Danni-Oliveira (2007, p. 71),

o ar úmido e quente, ao ascender próximo às encostas, resfria-se adiabaticamente (...). O resfriamento conduz à saturação do vapor, possibilitando a formação de nuvens estratiformes e

cumuliformes, que, com a continuidade do processo de ascensão, tendem a produzir chuvas. Dessa forma, as vertentes a barlavento são comumente mais chuvosas do que aquelas a sotavento, onde o ar, além de estar menos úmido, é forçado a descer, que dificulta a formação de nuvens.

Mediante tais discussões, é fundamental reconhecer que o entendimento da atmosfera e de seus fenômenos se mostra importante para que o homem possa entendê-la e utilizá-la de acordo com os seus interesses e necessidades. Promovendo a produção econômica, política e social além de outras atividades ligadas às condições climáticas e mudanças no comportamento dos ecossistemas. Os seres vivos, os processos morfogênicos, o regime dos rios e as atividades exercidas pelo homem estão vinculados às situações atmosféricas vigentes, entendidas, nessa ótica, como essenciais à configuração do clima (TAVARES, 2004).

Somado a essas questões, este trabalho vem sanar lacunas existentes na de estudo no âmbito climático, dotado de informações que servirão de base para estudos nas mais diversas áreas do conhecimento, para o próprio conhecimento da localidade e para futuras ações de uso e gestão do território.

A Serra de Martins, apesar de localizada geograficamente na região Semiárida do Nordeste brasileiro, apresenta particularidades climáticas referentes à precipitação e temperatura, quando comparada a áreas do entorno, inseridas nos domínios da Depressão Sertaneja. Considerando esta realidade, o presente artigo tem como objetivo desenvolver uma análise climática para a Serra de Martins-RN, visando entender como o relevo influencia os elementos climáticos temperatura e precipitação.

## 2. METODOLOGIA

A caracterização climática para a Serra de Martins baseou-se numa comparação entre duas localidades, distintas no tocante à altitude, Martins e Antônio Martins. O município de Martins apresenta cotas altimétricas acima dos 600 metros, localizado na área dos Planaltos Residuais e Antônio Martins, situado a 270 metros de altitude, está inserido na Depressão Sertaneja (figura 1).

Os dados referentes aos postos pluviométricos, bem como os dados utilizados para a estimativa da temperatura foram os seguintes: Martins - latitude: 6° 5'; longitude: 37° 55'; altitude: 645 metros; e Antônio Martins - latitude: 6° 11'; longitude: 37°58'; altitude: 270 metros.

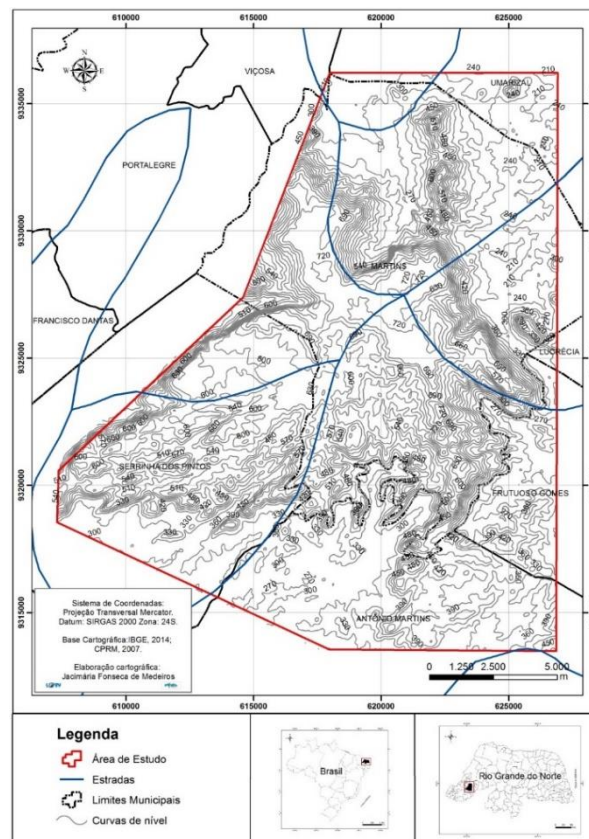


Figura 1 – Localização geográfica da Serra de Martins. Fonte:elaborado pela autora (2016).

### 2.1 Aquisição dos dados

A análise da precipitação se deu a partir de dados pluviométricos numa série temporal de 30 anos, período compreendido entre os anos de 1973 a 2002, cedidos pela Empresa de Pesquisas Agropecuárias do Rio Grande do Norte (EMPARN).

Com relação à temperatura do ar, em virtude da ausência de dados para a área de estudo e considerando a necessidade de trabalhar com os mesmos, optou-se por trabalhar com os dados gerados a partir de um programa de estimativa de temperatura para os estados da região Nordeste, o *Estima\_T*, criado pelo Departamento de Ciências Atmosféricas (DCA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

O *Estima\_T* é um software utilizado para estimativas de temperaturas do ar na Região Nordeste do Brasil, construído a partir do modelo proposto por Cavalcanti e Silva (1994), sendo determinados, para cada localidade desejada, os coeficientes da função quadrática para as temperaturas mínima, máxima e média mensal, em função das coordenadas locais (longitude, latitude) e da altitude. A estimativa da série temporal de temperatura do ar (média, máxima e mínima) é obtida adicionando-se ao valor médio estimado a anomalia de temperatura do oceano Atlântico Tropical do mês (ASTM) e ano considerado. Cavalcanti *et al.*,

(2006) afirmam que o modelo Estima\_T mostrou-se capaz de reconstruir séries temporais de temperatura do ar com razoável precisão para todo o Nordeste do Brasil, a partir de correlações estatisticamente significantes ao nível de 1% de probabilidade entre as temperaturas do ar observadas e estimadas pelo modelo.

Modelos de estimativas de temperaturas médias mensais e anuais bastante precisos, utilizando coordenadas geográficas e altitude, têm sido utilizados em diferentes regiões do Brasil, como em trabalhos realizados por Cargnelutti Filho *et al.* (2006) para o estado do Rio Grande do Sul, Corraa, Terassi e Galvani (2017) para a bacia hidrográfica do Rio Piquiri no Paraná, Capuchinho *et al.* (2019), para o estado do Goiás e Menezes Filho (2020) para o Rio Parnaíba em Minas Gerais;

O programa *Estima\_T* gerou, para os municípios de Martins e Antônio Martins, dados médios de temperatura mensal para o período compreendido entre os anos de 1950 a 2002, sendo selecionados os dados do período de 1973 a 2002, que passa a figurar o período de referência para esta análise climática, uma vez que compreendem os últimos 30 anos de temperatura gerados pelo programa. Além do que, de acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (1992), o período de 30 anos é utilizado para a delimitação das normais climatológicas, obedecendo a critérios recomendados pela Organização Meteorológica Mundial (OMM).

## 2.2 Tabulação, tratamento e análise dos dados

Os dados de precipitação e de temperatura médios mensais foram transferidos e manipulados em planilha eletrônica *Microsoft Office Excel*. O balanço hídrico foi construído por meio do método proposto por Thornthwaite e Mather (1955), através do programa "BHnorm" elaborado em planilha *Excel* por Rolim *et al.*, (1998). Como capacidade de água disponível (CAD) utilizouse o valor de 100 mm para o município de Martins e 80 mm para o município de Antônio Martins. Rolim *et al.*, (1998) afirmam que, para fins climatológicos, a determinação do Balanço Hídrico Climático (BHC) apenas para caracterização da disponibilidade hídrica regional, é comum a adoção de valores de Capacidade de Água Disponível (CAD) variando de 75 a 125 mm. A evapotranspiração potencial (ETP) e a evapotranspiração real (ETR) foram estimadas pelo método de Thornthwaite (1948), conforme a seguinte fórmula:

$$ET_p = 16 \left( \frac{l}{12} \right) \left( \frac{N}{30} \right) \left( \frac{10T_a}{I} \right)^a$$

Onde:

$ET_p$  – evapotranspiração mensal;

$l$  – comprimento médio do dia;

$N$  – número de dias do mês;

$T_a$  – temperatura média do ar;

$I$  – índice de calor;

$a$  – função cúbica de  $I$ .

Como resultado, o balanço hídrico forneceu as estimativas da evapotranspiração real (ETR), da deficiência hídrica (DEF), do excedente hídrico (EXC) e da disponibilidade hídrica.

Posteriormente, a classificação climática foi elaborada a partir do método proposto por Thornthwaite (1948). Utilizando os dados do balanço hídrico para as duas localidades, determinou-se inicialmente o índice de umidade, que é a relação em percentagem entre o excesso de água e a evapotranspiração potencial, qual seja:

$$Im = ((100.EXC)_{\text{anual}} - (60.D)_{\text{anual}})/EP$$

A seguir obteve-se o índice de aridez, que expressa deficiência hídrica em percentagem da evapotranspiração potencial, varia de 0 a 100. É calculado pela fórmula abaixo:

$$Ia = ((DEF)_{\text{anual}} / (ETP)_{\text{anual}})100$$

O índice de eficiência térmica (ETP) é o próprio valor numérico da evapotranspiração potencial, e é função direta da temperatura e do fotoperíodo. É apresentado por uma letra maiúscula com apóstrofo e, com ou sem, um algoritmo subscrito.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Caracterização pluviométrica local

A Serra de Martins apresentou grandes variações nas precipitações pluviométricas, sendo identificados, no período estudado, os valores de 2523 mm, precipitação máxima ocorrida no ano de 1974, e 433 mm a precipitação mínima no ano de 1993, com uma média anual de 1230 mm. Para o município de Antônio Martins, encontramos precipitações máxima de 1478 mm no ano de 1974, mínima de 149 mm no ano de 1983, e, média, para o período analisado, de 693 mm. Ao analisar os dados pluviométricos dos municípios estudados, foi possível identificar as máximas e mínimas precipitações encontradas, as quais correspondem respectivamente aos períodos mais úmidos e mais secos.

A figura 2 mostra elementos para a compreensão de que os anos de 1974, 1977, 1985, 1986 e 2000 são os mais expressivos quanto às máximas pluviométricas para os municípios em questão. Já nos anos de 1983, 1987, 1990, 1993 e 1998, foram evidenciadas baixas médias pluviométricas.

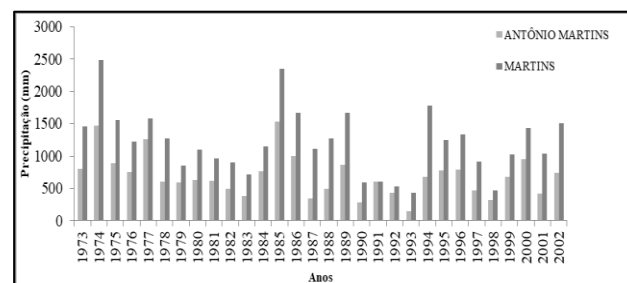


Figura 2: Série histórica pluviométrica para os municípios de Antônio Martins e Martins-RN. Fonte: elaborado pela autora a partir dos dados da EMPARN, 2016.

Nesse sentido, os anos 1974, 1977, 1983, 1985, 1986, 1987, 1990, 1993, 1998 e 2000 se configuraram como os mais expressivos em relação aos eventos extremos para a série trabalhada. Salienta-se, pois, que, apesar do mesmo comportamento encontrado nos dois municípios, ambos apresentam uma realidade contrastante quando se trata dos valores das precipitações.

Faz-se importante, também, uma análise mais detalhada acerca índices extremos de precipitação e de seca, atrelando-os à atuação dos sistemas meteorológicos vigentes. Quanto aos fenômenos de influência oceânica, pode-se atrelar os dados extremos em sua maioria, à atuação do El Niño e La Niña. Segundo Monteiro *et al.* (2012), o El Niño se apresentou como fraco (nos anos de 1991, 1994, 2002, 2003, 2005), moderado (nos anos de 1987, 1993, 1995, 2002, 2003) e forte (em 1982, 1983, 1992, 1997, 1998). Já o fenômeno oceânico La Niña, apresentou variação de moderada a fraca (para os anos de 1985, 1988, 1989, 1999, 2000, 2001, 2006, 2008, 2009).

Quanto à distribuição mensal das precipitações pluviométricas ao longo do período estudado (figura 3), pode-se observar que as chuvas se concentram em maiores quantidades em cinco meses do ano, sendo a estação chuvosa concentrada no período de janeiro a maio. Os meses mais secos compreendem o período de julho a dezembro, sendo o período crítico identificado nos meses de agosto, setembro, outubro e novembro. A distribuição das precipitações durante a série estudada revelou a presença de um regime pluviométrico monomodal, isto é, com um único pico de estação chuvosa, nos meses de março e abril. Percebe-se que os municípios apresentam dinâmica semelhante quanto à distribuição das precipitações pluviométricas ao longo do ano, concentrando-as geralmente nos primeiros meses do ano, período compreendido entre os meses de janeiro a junho. O segundo semestre, período de julho a dezembro, é caracterizado por baixas precipitações.

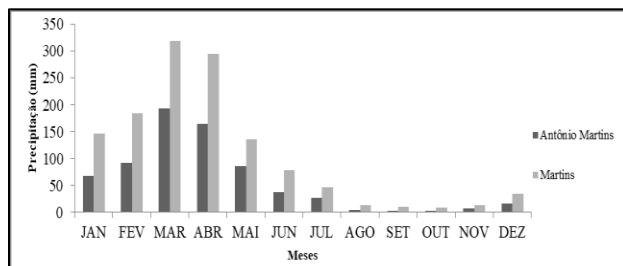


Figura 3: Distribuição da Precipitação pluviométrica média mensal dos municípios de Antônio Martins e Martins-RN, no período de 1973-2002. Fonte: elaborado pela autora a partir dos dados da EMPARN, 2016.

Schmidt (2014) salienta que, na região Oeste potiguar, as chuvas se concentram desde meados de fevereiro até maio, sendo a Zona de Convergência Intertropical o principal mecanismo provedor de chuvas, como também chuvas orográficas, Complexos Convectivos de Mesoescala, Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis e Linhas de Instabilidade principalmente nas porções Norte da mesorregião atuam com menor expressão nos volumes precipitados. As chuvas praticamente cessam a partir de maio, devido à migração da ZCIT que deixa de influenciar nas regiões interioranas do estado, mesmo que pequenos volumes precipitados ainda possam vir a ocorrer por mais algumas semanas dependendo da configuração atmosférica em que se encontra a região. No entanto destaca-se que os eventos chuvosos que ocorrem entre os meses de junho e julho são originados a partir das Ondas de Leste. O autor enfatiza ainda que a orografia verificada nesta mesorregião, especificamente no extremo Oeste,

onde se localiza a Serra de Martins, acarreta precipitações em outras épocas do ano, ocasionadas principalmente por chuvas orográficas, sendo este o principal mecanismo responsável pelos valores precipitados no período de transição entre a estação seca e a chuvosa, compreendido de dezembro a fevereiro.

A dissonância verificada entre os municípios se dá com relação aos valores médios das precipitações pluviométricas, sendo os dados referentes ao município de Martins maiores do que os dados apresentados para o município de Antônio Martins. As maiores diferenças são identificadas no período chuvoso, ou seja, no período de janeiro a maio.

Apesar da pequena distância geográfica entre os postos pluviométricos, é necessário considerar que a dinâmica climática é regida por uma estreita relação entre os elementos e os fatores geográficos do clima. Nesse caso, o relevo atua como um fator diversificador do padrão climático, ocasionando maiores precipitações com as chuvas orográficas, oriundas da ação física do relevo, atuando como uma barreira à advecção livre do ar, o qual é forçado a descer.

Seluchi *et al.* (2011) e Liebmann *et al.* (2011) reforçam o entendimento sobre o comportamento de áreas localizadas a barlavento e sotavento em altitudes elevadas, ressaltando que as chuvas orográficas são originadas a partir da influência do relevo, onde o ar que vai em direção às áreas elevadas, vertente de barlavento, é forçado a ascender e condensar-se, em virtude da redução adiabática da temperatura, sendo comum a ocorrência de chuva de maior intensidade e volume na área. Ao cruzar as áreas elevadas, o ar desprovido de umidade, desce e aquece adiabaticamente.

Nesse sentido, a partir da compreensão da dinâmica de precipitação dos dois municípios inseridos em feições geográficas diferentes, entende-se que a Serra de Martins atua como barreira física, apresentando condições favoráveis ao desenvolvimento das chuvas orográficas, responsável pelos contrastes entre os volumes de chuva ali identificados (maiores valores pluviométricos) e as áreas circundantes localizadas na Depressão Sertaneja, representada pelo município de Antônio Martins, com menores valores pluviométricos).

### 3.2 Caracterização térmica local

O município de Martins apresentou temperatura média do ar de 23° C. Evidenciou-se que não existe grande oscilação entre os dados de temperatura ao longo do ano, variando de 21° C a 24° C, ou seja, uma diferença de 3° C. O trimestre junho-julho-agosto é caracterizado pelas menores temperaturas médias do ar, em torno de 21° C, sendo, portanto os meses mais frios. As maiores médias de temperatura do ar, acima de 24° C, foram verificadas no trimestre novembro-dezembro-janeiro, sendo os meses mais quentes.

No município de Antônio Martins, a temperatura média do ar encontrada foi 25,98° C, sendo a média máxima de 27,90° C no mês de janeiro, que conjuntamente com os meses de fevereiro e novembro, formam os meses mais quentes. A mínima média foi de 23,83° C no mês de junho, que abre o trimestre mais frio, com médias em torno dos 24° C.

Percebe-se que as cidades de Martins (640 m de altitude) e Antônio Martins (240 m de altitude) apresentam, respectivamente,



temperaturas médias de 23° C e 26° C, configurando um gradiente vertical médio de aproximadamente 0,7 °C/100 m (figura 4).

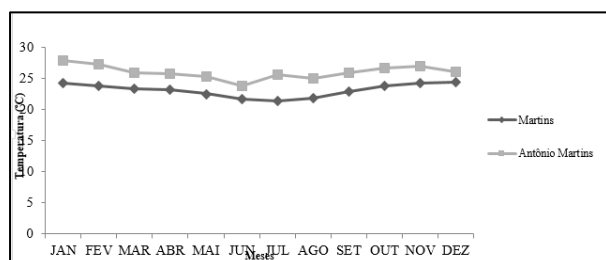


Figura 4: Distribuição da temperatura média do ar mensal dos municípios de Antônio Martins e Martins, no período de 1973 a 2002. Fonte: elaborado pela autora a partir dos dados do DCA-UFCG.

Os municípios de Martins e Antônio Martins estão inseridos dentro da mesma latitude, com diferença de apenas 6 minutos, o que representa uma pequena distância geográfica entre estes, em torno de 20 km. Nesse caso, descartando-se a atuação da latitude enquanto um fator geográfico do clima, passa-se a atribuir a diferença no gradiente de temperatura principalmente à altitude.

As condições meteorológicas sofrem influência de diversos fatores, dentre eles, a altitude e configuração do relevo, somado a posição geográfica, favorecendo a ocorrência de chuvas orográficas com médias pluviométricas superior às Depressões Sertanejas (MACIEL, 2012; SANTOS; NASCIMENTO, 2017), como é o caso da área de estudo.

Tubelis e Nascimento (1984, p. 51) salientam que as superfícies com orientações e inclinações diferentes, recebem quantidades diferentes de radiação solar, se comparado com uma superfície horizontal, em uma mesma localidade e época do ano. Os autores destacam que a produção de matéria vegetal é condicionada pela disponibilidade de energia solar.

Com isso, percebe-se que a vegetação também desempenha um importante papel como regulador da temperatura para os municípios em questão. O município de Martins, de acordo com Medeiros (2016), apresenta vegetação do tipo Savana-Estépica Arborizada, Savana-Estépica Florestada e Floresta Estacional Semidecidual, enquanto que Antônio Martins, a realidade é bem diferente, limitada apenas a Savana-Estépica Arborizada. Compreende-se que a vegetação atua como um fator geográfico do clima, no que diz respeito à temperatura no município de Martins, a medida que as copas, atuam como uma barreira à radiação solar direta, diminuindo a disponibilidade de energia que aquece o ar, diminuindo a temperatura.

### 3.3 Balanço hídrico local

Através do método proposto por Thornthwaite e Mather (1955), foi possível se chegar ao balanço hídrico para os municípios de Martins e Antônio Martins (figura 5).

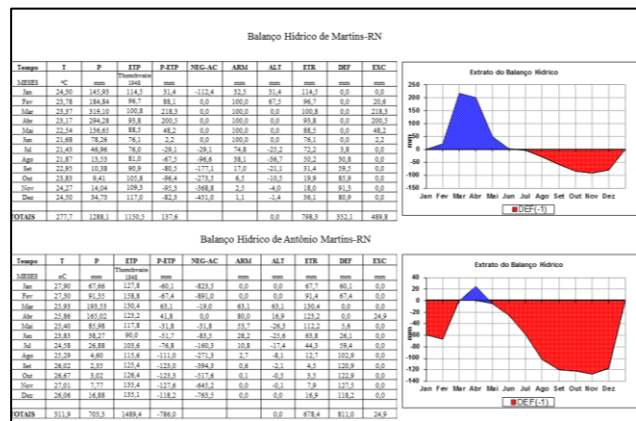


Figura 5 – Gráfico do Extrato do Balanço Hídrico Climatológico dos municípios de Antônio Martins e Martins-RN, segundo THORNTHWAITE & MATHER (1955), período: 1973-2002. Fonte: elaborado pela autora a partir dos dados da EMPARN; DCA-UFCG.

O município de Martins apresentou considerável excedente hídrico no primeiro semestre do período analisado, com valores que variam de 2 mm a 218 mm, atingindo 489 mm. Salienta-se que no primeiro semestre há um decréscimo gradativo na temperatura, que diminui significativamente de 24°C em janeiro para 21° C no mês de junho, o que contribui para a redução da evapotranspiração potencial. Quanto às precipitações pluviométricas, o período compreendido entre os meses de janeiro a junho é caracterizado pelos dados mais significativos, marcado por um acréscimo para o período de janeiro a abril e um declínio para os meses de maio e junho.

Quanto aos valores máximo e mínimo de excedente hídrico, percebe-se que abril foi o mês com o valor de excedente hídrico máximo (218 mm) e o mês de junho se caracteriza pelo valor de excedente hídrico mínimo (2 mm). Buscando estabelecer uma associação com os elementos climáticos temperatura e precipitação, tem-se que o mês de abril se caracteriza a partir da mais significativa média pluviométrica identificada, 294 mm, e de temperatura média do ar de 23° C. O mês de junho apresenta média pluviométrica de 78 mm, e temperatura média do ar de 21° C, sendo a segunda menor temperatura média do período analisado.

O déficit hídrico médio do período totalizou -353mm, distribuído no segundo semestre do período, com valores que oscilam de -3 mm a -91 mm. Ressalta-se que o segundo semestre é caracterizado por altas temperaturas médias do ar, que aumentam gradativamente de 21° C em julho para 24° C em dezembro, o que potencializa a evapotranspiração potencial. Os dados referentes às médias de precipitação pluviométrica para o segundo semestre revelam valores bem modestos que oscilam de 9 mm a 46 mm, o que contribui para o déficit hídrico.

Quanto à relação entre os valores de máximo e mínimo déficit e os elementos climáticos temperatura e precipitação, tem-se a seguinte realidade: o valor máximo de déficit foi identificado no mês de novembro (-91 mm) e o valor mínimo no mês de julho (-3 mm). O mês de novembro é caracterizado por baixa média de precipitação pluviométrica (14 mm) e temperatura média do ar de

24° C, a segunda maior temperatura encontrada no período analisado. No mês de julho a situação é a seguinte: baixa média de precipitação (46 mm) e baixa temperatura média do ar (21° C).

Faz-se importante destacar o período de interface no balanço hídrico que aparece no mês de janeiro, explicado como um período de reposição de água, em que não ocorre déficit ou excedente hídrico.

A evapotranspiração real (ETR) atingiu 798 mm, apresentando-se distribuída ao longo do ano. Salienta-se que os meses de janeiro, fevereiro, março e abril concentraram em torno de 45% do total. Nesse período, evidenciam-se elevadas precipitações pluviométricas médias, como também a temperatura média do ar encontra-se próxima da média do período analisado (1973-2002), em torno de 23° C. Os menores valores de ETR foram verificados nos meses de outubro e novembro, estando atrelados às baixas médias de precipitação e leve aumento na temperatura média do ar.

Em relação às discussões sobre a água armazenada no solo (ARM), cuja variação se dá em função da diferença entre as entradas e saídas de água no sistema, percebe-se que, nos primeiros seis meses (janeiro a junho), esse valor foi significativo, o que pode ser comprovado a partir avaliação de valores iguais para ETP e ETR. Esse período também foi definido inicialmente como o período em que se concentram as maiores médias pluviométricas. Do contrário, no segundo semestre (julho a dezembro), o valor de ARM é pouco expressivo, o que, por sua vez, gera uma diferença entre os valores de ETP e ETR, sendo esta última em menor proporção.

O município de Antônio Martins apresentou dados de déficit hídrico para quase todo o período analisado, totalizando 811 mm. A única exceção evidenciada para o período ocorreu no mês de abril, que apresentou um excedente hídrico (24 mm) gerado a partir de elevada média pluviométrica (165 mm) e temperatura média do ar de 25 °C. Tendo em vista o déficit hídrico ser dominante neste município, a discussão será feita a partir dos meses de máximo e mínimo déficit.

No período compreendido entre os meses de março a junho (04 meses), evidenciam-se os valores mínimos de déficit hídrico. O período compreendido entre os meses de julho a fevereiro (08 meses) se configura como um período crítico, quando se trata dos valores de máximo déficit hídrico, atingindo até 127,5 mm. No período de mínimo déficit hídrico, ou seja, o período de março a junho, evidenciam-se significativas médias pluviométricas, com destaque para os meses de março e abril que apresentaram 193 mm e 165 mm, respectivamente. A temperatura média do ar nesses meses foi decrescendo de 25° C no mês de março até atingir 23° C no mês de junho, sendo esta última a mínima temperatura média do ar identificada. Quanto aos meses de máximo déficit hídrico, relacionado às precipitações, salienta-se que estas foram pouco significativas, com exceção dos meses de janeiro e fevereiro que apresentaram 67 mm e 91 mm, respectivamente. A temperatura média do ar para o período apresentou-se em crescimento gradativo de 24° C em julho até atingir 27° C em fevereiro. O período de interface aparece no mês de março, sendo este responsável pela reposição do sistema, caracterizado por um mês em que não ocorre déficit ou excedente hídrico.

A evapotranspiração real (ETR) neste município atingiu 698,40 mm, mal distribuídos ao longo do ano, concentrando em

torno de 75% do total nos cinco primeiros meses do ano. Nesse período, evidenciam-se elevadas médias de precipitação para o município e uma temperatura média do ar em torno de 26° C.

Os dados referentes à água armazenada no solo (ARM) mostram uma realidade preocupante, pois apenas os meses de março, abril e maio apresentaram-se como satisfatórios (com excedente hídrico), caracterizado por um trimestre em que os valores de ETP e ETR apresentaram-se numa mesma situação, bem como as médias pluviométricas foram as mais significativas. Porém, nos nove meses restantes, período compreendido entre os meses de junho a fevereiro, a ETR foi inferior à ETP.

### 3.4 Tipologia climática

Aplicando os dados da figura 4, pode-se constatar que, considerando a média das precipitações no período de 1973 a 2002, o município de Martins enquadra-se na tipologia climática Úmido, simbologia B1, conforme classificação climática de Thornthwaite e Mather (1955), com Índice Efetivo de Aridez de 30%. Através dos índices de aridez (Ia), determinou-se o subtipo “w2, com déficit hídrico no inverno e na primavera. Quanto ao fator térmico, verificou-se que o município de Martins é do tipo Megatérmico (A’), com evapotranspiração potencial anual média superior a 1150 mm. Assim, a fórmula climática para o município de Martins é B1w2A’, ou seja, tipo Megatérmico úmido com déficit hídrico no inverno e na primavera.

Com relação ao município de Antônio Martins, enquadra-se no tipo climático Subúmido seco, C1, conforme classificação climática de Thornthwaite e Mather (1955), apresentando Índice Efetivo de Umidade de -30,99%, com subtipo d, caracterizado por pequeno ou nenhum excedente hídrico e com fator térmico do tipo A’, Megatérmico. O município de Antônio Martins se caracteriza pela tipologia climática C1dA’, tipo Megatérmico subúmido seco com pequeno ou nenhum excedente de água.

## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os municípios de Martins (640 metros de altitude) e Antônio Martins (240 metros de altitude), em termos pluviométricos, se caracterizam a partir de duas estações: uma seca e outra chuvosa, com precipitações médias de 1230 mm e 693 mm, respectivamente. Esse contraste se justifica pelo fato de que a Serra de Martins atua como barreira física para a umidade que ascende forçadamente por convecção, ocasionando as chuvas orográficas.

A orografia e a vegetação influenciam nas médias de temperaturas dos municípios, sendo verificados 23° C em Martins e 26° C em Antônio Martins, o que configura um gradiente vertical médio de temperatura de aproximadamente 1,2° C/100 m.

As diferenças evidenciadas nos elementos precipitação e temperatura refletem diretamente no balanço hídrico, que, no município de Martins, apresenta um equilíbrio entre os meses de déficit e excedente hídricos, ao contrário do que ocorre no município de Antônio Martins, caracterizado por taxas de déficit hídrico evidenciadas ao longo do ano, com exceção apenas do mês de abril.

Nesse sentido, é possível admitir que a Serra de Martins trata-se de uma Área de Exceção ou enclave úmido em meio ao domínio

Semiárido, podendo ser definida na perspectiva de um Brejo de Altitude.

## 5. REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A.N. O domínio morfoclimático semiárido das caatingas brasileira. *Geomorfologia*, n. 43, p. 1-3, 1974.
- BARBOSA, H. A. *Análise Espaço Temporal de Índice de Vegetação AVHRR/NOAA e Precipitação na Região Nordeste do Brasil*. 1998. 170f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais, São José dos Campos, 1998.
- CAPUCHINHO, F. F. *et al.* Coordenadas geográficas e altitude na estimativa da temperatura do ar no estado do Goiás. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, Fortaleza, v. 13, n. 2, p. 3346-3357, 2019.
- CARGNELUTTI FILHO, A. *et al.* Altitude e coordenadas geográficas na estimativa da temperatura mínima média decendial do ar no estado do Rio Grande do Sul. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 41, p. 893-901, 2006;
- CAVALCANTI, E. P.; SILVA, E. D. V. Estimativa da temperatura do ar em função das coordenadas locais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 8, Congresso Latino-Americano de Ibérico de Meteorologia, 2, 1994, Belo Horizonte. *Anais [...]* Belo Horizonte: SBM, 1994. v. 1, p. 154-157.
- CAVALCANTI, E. P.; SILVA, V. P. R.; SOUSA, F. A. S. Programa computacional para estimativa de temperatura do ar para a região Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.1 0, n. 1, p. 140-147, 2006.
- CORREA, M. G. G.; TERASSI, P. M. B.; GALVANI, E. Aplicação de metodologia de estimativas de temperatura média do ar para a bacia hidrográfica do Rio Piquiri-PR. *Ciência e Natura*, Santa Maria, v. 39, n. 17, p. 99-109, 2017.
- UFCG. DCA - DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS. *Valores climatológicos de precipitação, temperaturas média; máxima e mínima e umidade relativa do ar para localidades dos Estados do Nordeste do Brasil*. Campina Grande: UFCG/DCA, 2014. Disponível em: //www.dca.ufcg.edu.br/. Acesso em 12 de julho 2014.
- FERREIRA, A. G; MELLO, N. G. S. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a Região Nordeste do Brasil e a influência dos Oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região. *Revista Brasileira de Climatologia*, Aracajú, v. 5, n. 1, p. 15-28, 2005.
- FERREIRA, N. J.; RAMIREZ, M. V.; GAN, M. A. Vórtices ciclônicos de altos níveis que atuam na vizinhança do Nordeste do Brasil. In: CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. A. J.; SILVA DIAS, M. A. F. (org.). *Tempo e clima do Brasil*. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, p.43-60. 2009.
- FERREIRA, G. W. S.; REBOITA, M. S.; ROCHA, R. P. Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis nas Cercanias do Nordeste do Brasil: Climatologia e Análise da Vorticidade Potencial Isentrópica. *Anuário do Instituto de Geociências*, Rio de Janeiro, v. 42, n. 3, p. 568-585, 2019.
- INMET. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. *Normais climatológicas (1961-1990)*. Brasília, DF: Secretaria Nacional de Irrigação, Departamento Nacional de Meteorologia, 1992. 84 p.
- KAYANO, M. T.; ANDREOLI, R. V. O clima da região Nordeste do Brasil. In: CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. A. J.; SILVA DIAS, M. A. F. (org.). *Tempo e clima do Brasil*. 1.ed. São Paulo: Oficina de Textos, p.213-233, 2009.
- LIEBMANN, B.; KILADIS, G.N., ALLURED, D.; VERA, C.S.; JONES, C.; CARVALHO, L.M.V.; BLADÉ, I.; GONZÁLES, P.L.M..Mechanisms Associated withLarge Daily Rainfall Events in Northeast Brazil. *Journal Climate*, v. 24, p. 376–396, 2011.
- MACIEL, S. A. *et al.* Análise da influência da altitude na temperatura e na precipitação da mesorregião Norte de Minas – Minas Gerais. *Revista GeoNorte*, Manaul, v. 1, n. 5, p. 250-261, 2012.
- MARENCO, J. A. *et al.* Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro, In: MEDEIROS, S. S.; GHEYI, H. R.; GALVÃO, C. O.; PAZ, V. P. da S. *Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas*, Campina Grande: INSA. 2011. p. 383-422.
- MEDEIROS, J. F. *Da análise sistêmica à Serra de Martins*. 2016. 220f. Tese (Doutorado em Geografia) – Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.
- MENDONÇA, F; DANNI-OLIVEIRA I. M. *Climatologia: noções básicas e climatologia do Brasil*. São Paulo: Oficina de textos, 206 p. 2007.
- MENEZES FILHO, F. C. M. Modelagem e previsão de temperaturas médias mensais do Rio Parnaíba/MG utilizando modelos de séries temporais. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, Aracajú, v. 11, n. 6, p. 251-261, 2020.
- MONTEIRO, J. B.; ROCHA, A. B.; ZANELLA, M. A. Técnica dos quantis para caracterização de anos secos e chuvosos (1980-2009): baixo curso do Apodi-Mossoró/RN. *Revista do*



---

*Departamento de Geografia da USP, São Paulo*, v. 23, p. 232-249, 2012.

REIS, A.C.. Clima da caatinga. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v. 48, n. 325-335, 1976.

ROLIM, G.S.; SENTELHAS, P.C.; BARBIERI, V.. Planilhas no ambiente EXCEL TM para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial de cultura e de produtividade real e potencial. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 6, n.1, p133-137, 1998.

SANTOS, F. L. A.; NASCIMENTO, F. R. Dinâmica hidroclimática do Planalto da Ibiapaba e sua depressão periférica circunjacente: estudo de caso nos municípios de Tanguá e Ubajara – Nordeste do Ceará. *Raega*, Curitiba, v. 39, p. 57-75, 2017.

SCHMIDT, D. M.. *Dinâmica das configurações de formação e inibição das chuvas no Rio Grande do Norte*: caracterização hidroclimática do estado. 2014. 136f. Tese (Doutorado em Ciências Climáticas) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 2014.

SELUCHI, M.E. *et al.* A case study of a winter heavy rainfall event over the Serra do Mar in Brazil. *Geofís. Intl*, México, v. 50, n. 1. 2011.

TAVARES, A. C. Mudanças climáticas. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (org.). *Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

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

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R.. The water balance. Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology – Laboratory of Climatology, 1955.

TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F. J. L. *Meteorologia Descritiva: Fundamentos e Aplicações Brasileiras*. São Paulo: Nobel, 1984. 374 p.

---

Recebido em: 18/06/2020

Aceito para publicação em: 30/05/2021