

BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRACURUCA, NORDESTE DO BRASIL

Francílio de Amorim dos Santos (1); Maria Lúcia Brito da Cruz (2)

(1) *Instituto Federal do Piauí / Campus Piripiri*. E-mail: francilio.amorim@ifpi.edu.br.

(2) *Universidade Estadual do Ceará / Campus Itaperi*. E-mail: mlbcruz@gmail.com.

Resumo: O estudo analisa e destaca os condicionantes climáticos em bacias hidrográficas, os quais possibilitam uma melhor e maior utilização dos recursos naturais, a exemplo da Bacia Hidrográfica do rio Piracuruca (BHRP). Nesse sentido, o presente estudo objetivou: analisar os componentes do Balanço Hídrico (BH) – Precipitação (P), Temperatura (T), Número de Meses Secos (MS), Evapotranspiração Potencial (ETP) e Índice Efetivo de Umidade (IM) –, através de dados de precipitação pluviométrica da Agência Nacional de Águas (ANA), a partir da série histórica de 1985 a 2015; espacializar os dados dos componentes do BH da BHRP em mapas temáticos elaborados via *QuantumGIS* e a técnica de interpolação IDW (peso pelo inverso da distância). Os resultados apontaram que: predominam totais de precipitação entre 1.110 a 1.310 mm anuais em 67,3% da área, principalmente na parte central; temperaturas médias anuais variando de 24 a 26°C em 54,6% da bacia, especificamente no setor Centro-Leste; 77,5% da bacia apresenta quatro a seis meses secos, correspondendo à parte Sul e Leste; predomina evapotranspiração potencial anual de 1.300 a 1.600 mm, principalmente na área oriental; apresenta os tipos climáticos subúmido seco em 33,7% de sua área, subúmido úmido distribuído por 41,7% e úmido encontrado em 24,6%. A partir das informações aqui produzidas pode-se constatar que à medida que se distancia da Serra da Ibiapaba ocorre uma redução dos totais de precipitação e aumento das temperaturas, dos totais de evapotranspiração potencial e do número de meses secos, os quais constituem importantes elementos climáticos condicionantes de influência indicativa ou de fatores limitadores às atividades humanas.

Palavras-chave: Bacia de Drenagem, Condicionantes Climáticos, Método Indireto, Geoprocessamento.

1 INTRODUÇÃO

Estudos climáticos aliados ao conhecimento dos recursos hídricos possibilitam racionalizar o uso dos recursos naturais, principalmente, em áreas semiáridas. Pois as variáveis climáticas têm influência direta sobre a produtividade agrícola e mesmo sobre o desenvolvimento dos rebanhos. Logo, a caracterização climática da Bacia Hidrográfica do rio Piracuruca (BHRP) tornou-se essencial para o entendimento da dinâmica climática natural na mesma. Visto que os aspectos climáticos associados às atividades humanas, principalmente o uso inadequado dos solos, geram ambientes potencialmente frágeis.

Desse modo, visando a caracterização climática da BHRP realizou-se o levantamento de dados de dezenove postos pluviométricos no *site* da Agência Nacional de Águas (ANA), considerando-se uma série histórica de 31 anos (1985 a 2015), a partir da proposta

(83) 3322.3222

contato@conidis.com.br

www.conidis.com.br

metodológica de Thornthwaite e Mather (1955). Ao passo que as falhas encontradas na série histórica foram corrigidas mediante aplicação da técnica de Ponderação Regional proposta em Tucci (1993). Destaca-se que o pacote de programas computacionais USUAIS foi utilizado para correção das falhas e, posteriormente, para gerar os dados do BH, conforme apresentado em Oliveira e Sales (2016).

Nesse contexto, o estudo teve como objetivos: i) analisar os componentes do Balanço Hídrico – Precipitação (P), Temperatura (T), Número de Meses Secos (MS), Evapotranspiração Potencial (ETP) e Índice Efetivo de Umidade (IM) –, através de dados de precipitação pluviométrica da ANA (1985 a 2015); ii) especializar os dados dos componentes do BH da BHRP em mapas temáticos elaborados via *QuantumGIS*, versão 2.14 - Essen, e técnica de interpolação IDW (peso pelo inverso da distância).

2 METODOLOGIA

2.1 Localização da área em estudo

A Bacia Hidrográfica do rio Piracuruca (BHRP) constitui uma Sub-Bacia do rio Longá e abrange uma área total de 7.625,9 km². A BHRP é uma bacia interestadual situando-se no Norte dos estados do Ceará e Piauí (Figura 01). O rio principal nasce na Serra da Ibiapaba, tendo suas nascentes localizadas mais precisamente no município de São Benedito, no estado do Ceará. O rio Piracuruca deságua no rio Longá a altura do município de São José do Divino, já no estado do Piauí. O limite da BHRP engloba as sedes municipais de sete municípios, sendo cinco no lado piauiense e dois no lado cearense.

O BH, que considera a relação da atmosfera com sistema solo-planta, foi analisado através das seguintes variáveis: Precipitação (P), Temperatura (T), Número de Meses Secos (MS), Evapotranspiração Potencial (ETP) e Índice Efetivo de Umidade (IM). Esse último foi mensurado através da combinação dos valores de Evapotranspiração Potencial, Excedente Hídrico e Déficit Hídrico, segundo proposta metodológica de Thornthwaite e Mather (1955).

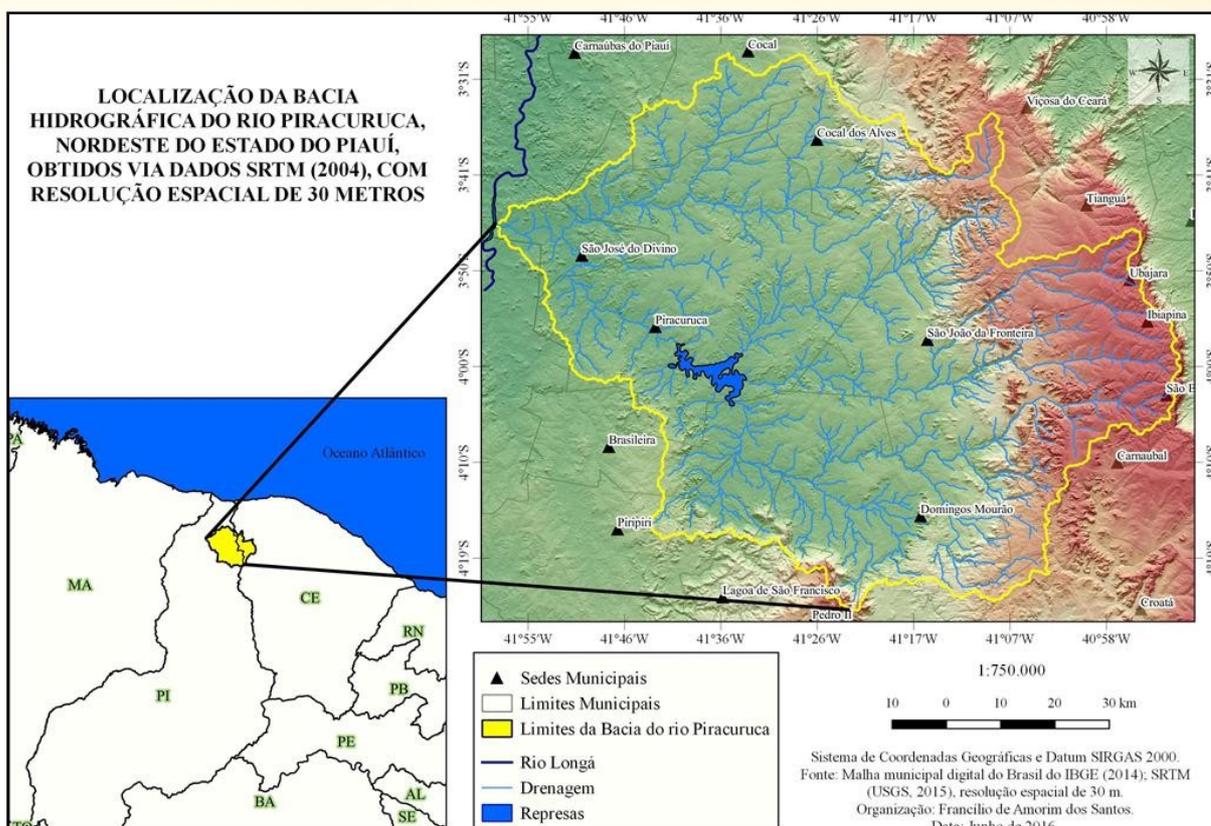


Figura 01. Localização da Bacia Hidrográfica do rio Piracuruca (BHRP), obtido através da extração de bacias via SRTM (USGS, 2015). Fonte: Elaborado por Santos (2016).

Desse modo, procedeu-se a aquisição de dados de precipitações das séries mensais de dezenove postos pluviométricos, obtidas no site <<http://hidroweb.ana.gov.br/>> da Agência Nacional de Águas (ANA), conforme exposto no Quadro 01. Os referidos dados foram empregados na metodologia de Thornthwaite (THORNTHWAITE e MATHER, 1955), pois o mesmo considera que a precipitação corresponde ao acúmulo de água e a evapotranspiração a perda de umidade do solo.

Considerou-se 125 mm como valor da capacidade de armazenamento de água no solo, a exemplo dos estudos de Aquino e Oliveira (2013) e Santos e Aquino (2015). As falhas encontradas na série histórica de 31 anos (1985 a 2015) foram corrigidas pela técnica de Ponderação Regional proposto em Tucci (1993), que se baseia no uso de dados de três postos pluviométricos referentes à precipitação daquele mês onde há falha e a precipitação média na série histórica correspondente ao mês cujo dado se deseja preencher, tomando-se como auxílio o Quadro abaixo (Figura 02).

Quadro 01 - Postos pluviométricos utilizados para espacialização das variáveis do Balanço Hídrico Climatológico da Bacia Hidrográfica do rio Piracuruca.

Nome	Município	Estado	Latitude	Longitude
Carnabual	Carnaubal	Ceará	-04 10 0.00	-40 57 0.00
Croatá	Croatá	Ceará	-04 24 5.90	-40 54 1.50
Croatá	Croatá	Ceará	-04 25 0.00	-40 55 0.00
Frecheirinha	Frecheirinha	Ceará	-03 46 0.00	-40 49 0.00
Graça	Graça	Ceará	-04 03 0.00	-40 45 0.00
Guaraciaba do Norte	Guaraciaba do Norte	Ceará	-04 11 0.00	-40 45 0.00
Ibiapina	Ibiapina	Ceará	-03 55 0.00	-40 53 0.00
Ipueiras	Ipueiras	Ceará	-04 32 0.00	-40 43 0.00
Poranga	Poranga	Ceará	-04 44 0.00	-40 55 0.00
Tianguá	Tianguá	Ceará	-03 44 0.00	-40 59 0.00
Ubajara	Ubajara	Ceará	-03 51 0.00	-40 55 0.00
Viçosa do Ceará	Viçosa do Ceará	Ceará	-03 33 5.10	-41 05 3.90
Batalha	Batalha	Piauí	-04 20 0.00	-42 05 0.00
Fazenda Chafariz	Cocal	Piauí	-03 44 0.00	-41 25 0.00
Esperantina	Esperantina	Piauí	-03 54 1.20	-42 13 4.60
Olho D'Água Grande	Pedro II	Piauí	-04 15 0.00	-41 17 0.00
Piracuruca	Piracuruca	Piauí	-03 56 0.00	-41 43 0.00
Piripiri	Piripiri	Piauí	-04 17 0.00	-41 47 0.00
Tinguis	Piracuruca	Piauí	-03 43 2.40	-41 58 3.20

Fonte: Agência Nacional de Águas (2016).

POSTO PROBLEMA				
Nome:	Mês cujo dado se deseja preencher:	Ano:		
POSTOS DE APOIO				
Apoio 1:	Apoio 2:	Apoio 3:		
DADOS DOS POSTOS A SEREM DIGITADOS				
POSTO	Problema	Apoio 1	Apoio 2	Apoio 3
Precipitação correspondente ao mês cujo dado se deseja preencher				
Precipitação média na série histórica correspondente ao mês cujo dado se deseja preencher				

Figura 02. Para ajuda na correção de falhas no banco de dados pluviométricos.

Destaca-se que praticamente todos os procedimentos para gerar os dados dos componentes do Balanço Hídrico foram executados através do pacote de programas computacionais USUAIS, conforme proposta metodológica de Oliveira e Sales (2016), ao passo que a espacialização e geração dos mapas das variáveis do Balanço Hídrico foram

(83) 3322.3222
contato@conidis.com.br
www.conidis.com.br

realizadas no *QuantumGIS*, versão 2.14 - Essen, por meio da técnica de interpolação IDW (peso pelo inverso da distância), conforme é apresentada do fluxograma abaixo (Figura 03).

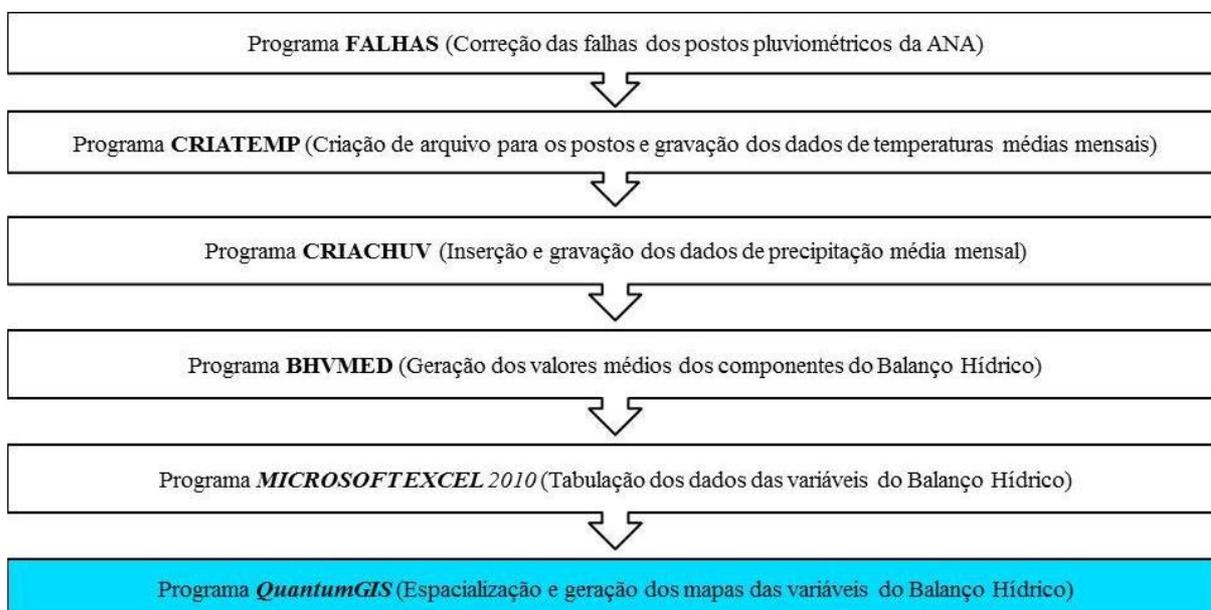


Figura 03. Etapas realizadas para elaboração dos mapas do Balanço Hídrico, a partir dos dados de precipitação mensal dos postos pluviométricos da ANA (série histórica de 1985 a 2015).

O procedimento para correção das falhas foi realizado via programa FALHAS. O passo seguinte foi realizado através do programa CRIATEMP, que possibilitou a criação de um arquivo para cada posto pluviométrico e gravação dos dados de temperaturas médias mensais. Em seguida utilizou-se o programa CRIACHUV para inserção e gravação dos dados de precipitação média mensal dos 31 anos da Normal Climatológica. A última etapa realizada foi executada mediante o uso do programa BHVMED, para geração dos valores médios para os componentes do Balanço Hídrico. Desse modo, os dados foram tabelados através do programa *Microsoft Excel 2010*, utilizados para espacialização e geração dos mapas das variáveis no Sistema de Informação Geográfica (SIG) *QuantumGIS (QGIS)*, versão 2.14 - Essen, por meio da técnica de interpolação IDW (peso pelo inverso da distância).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A priori, destaca-se que o Nordeste do Brasil (NEB) apresenta uma diversidade geoambiental marcada principalmente pela sua condição de semiaridez, resultado da irregular

distribuição espaço-temporal das precipitações pluviométricas (SALES, 2002), concentradas em quatro a cinco meses, o que gera eventos extremos como as secas/estiagens e inundações. Ao passo que tais características marcantes, no entendimento de Cabral *et al.* (2013), atrasaram a ocupação dos sertões, principalmente no que diz respeito às secas históricas.

Cabe ressaltar que o setor Norte do Nordeste é influenciado pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que determina abundância ou deficiência de chuvas nessa área (FERREIRA e MELLO, 2005). A ZCIT abrange uma área de até 50 km de largura e formada a partir da confluência dos ventos alísios de Nordeste e Sudeste, acompanhada de baixas pressões, alta nebulosidade e muita chuva, atingindo os estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco (ZANELLA, 2014). Para Molion e Bernardo (2000), a ZCIT é responsável pela ocorrência de chuvas de fevereiro a maio e anos de seca, devido seu bloqueio ao Norte o que a deixa debaixo de uma região de subsidência.

A partir da série histórica de 31 anos foram especializados os dados de precipitação média anual (Figura 04). Ao passo que se pode constar que a BHRP apresenta uma variação das precipitações pluviométricas que variam de 710 mm a 1.710 mm anuais. Ao passo que na maior parte (área central) predominam totais de precipitação compreendidos entre 1.110 a 1.310 mm anuais, representando 67,3% da área total. Deve-se destacar que os maiores totais de precipitação são observados na parte altimétrica mais elevada da bacia, que corresponde a Serra da Ibiapaba, ao passo que à medida de que se afasta da Serra ocorre redução desses níveis pluviométricos. Desse modo, pode-se afirmar que há uma influência orográfica nos totais de precipitação na área analisada. Portanto, o setor Sul torna-se o mais vulnerável quando considerada a disponibilidade de chuvas para aquelas atividades que dela necessitam.

Por sua vez, os dados do período de 1985 a 2015 apontaram que a temperatura média anual da BHRP ficou entre o intervalo de 20 a 27°C (Figura 05). Desse modo, pode-se afirmar que ocorre interferência do fator altitude e, também, dos totais de precipitação pluviométrica, pois o afastamento da Serra da Ibiapaba é inversamente proporcional à temperatura média anual. Pois em 54,6% da área da BHRP predominam temperaturas que variam de 24 a 26°C, especificamente no setor Centro-Leste da bacia. O referido setor possivelmente constitui-se como aquele onde há a maior perda de água por evapotranspiração, posto que possua os mais elevados índices de temperatura média anual e, conseqüentemente, menor disponibilidade de água para o desenvolvimento das atividades humanas, principalmente, agropecuária.

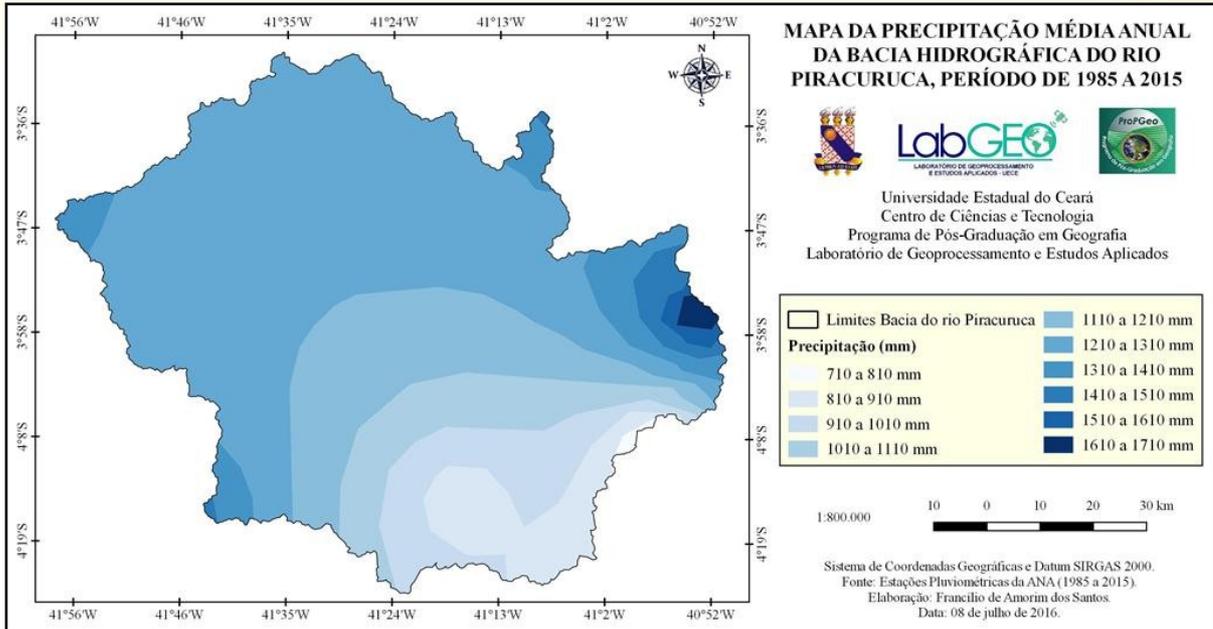


Figura 04. Precipitação média anual da Bacia Hidrográfica do rio Piracuruca, série histórica de 31 anos, período de 1985 a 2015, dados obtidos das estações pluviométricas da Agência Nacional das Águas (ANA).
Fonte: Elaborado por Santos (2016).

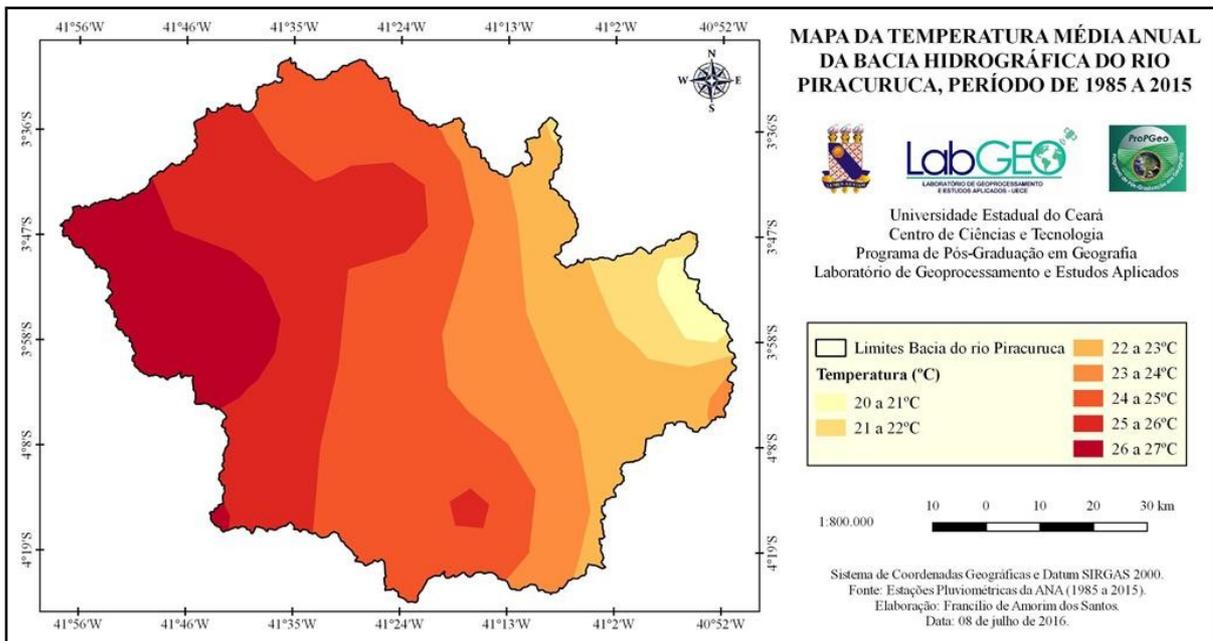


Figura 05. Temperatura média anual da Bacia Hidrográfica do rio Piracuruca, série histórica de 31 anos, período de 1985 a 2015, dados obtidos das estações pluviométricas da Agência Nacional das Águas (ANA).
Fonte: Elaborado por Santos (2016).

Ao longo de 31 anos, a BHRP apresentou uma variação de um a oito meses secos durante todo o ano (Figura 06). É possível destacar que 77,5% da área total da bacia possui (83) 3322.3222 contato@conidis.com.br www.conidis.com.br

quatro a seis meses secos, correspondendo à parte Sul e Leste da bacia. Tal fator pode constituir uma limitação ao desenvolvimento de atividades agropecuárias, principalmente aquelas voltadas à subsistência e, ainda, fator de risco a eventos extremos como as secas/estiagens e inundações.

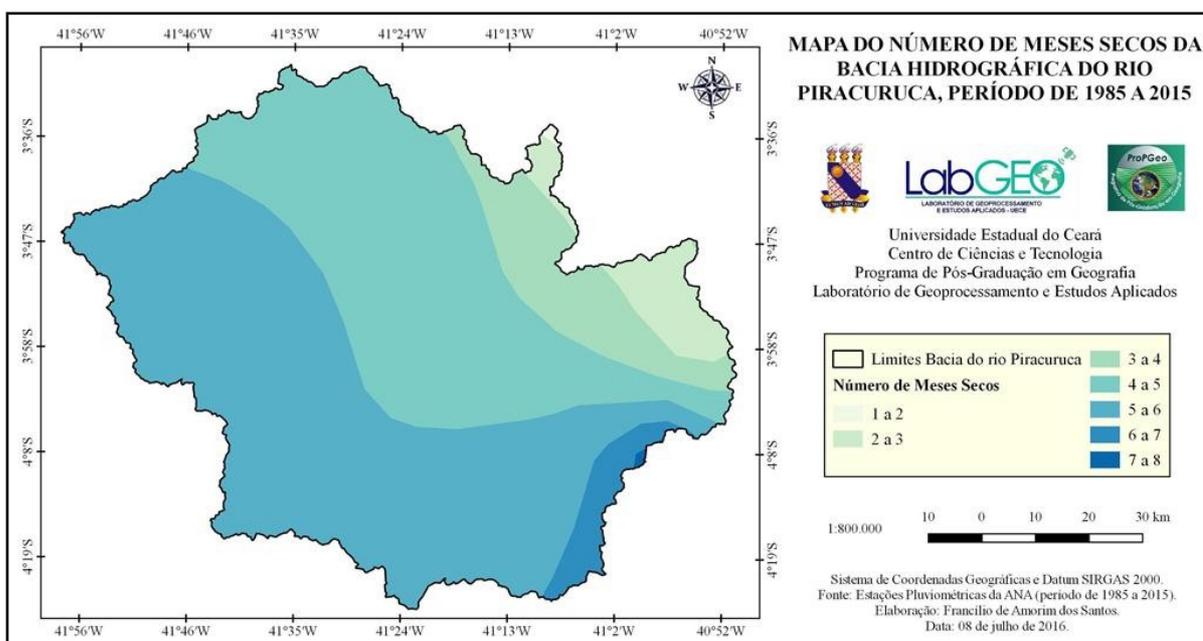


Figura 06. Número de meses secos da Bacia Hidrográfica do rio Piracuruca, série histórica de 31 anos, período de 1985 a 2015, dados obtidos das estações pluviométricas da Agência Nacional das Águas (ANA).
Fonte: Elaborado por Santos (2016).

No que tange aos totais de Evapotranspiração Potencial médio apresentou variação de 900 a 1.700 mm anuais (Figura 07), representando grandes perdas de volume de água para a atmosfera. Ao passo que em 58,3% da área da bacia predominam totais de evapotranspiração entre 1.300 a 1.600 mm anuais, principalmente na região oriental da bacia, considerada a área com as maiores temperaturas médias ao longo do ano. Enfatiza-se que é uma área que pode apresentar limitações a determinadas atividades, devido elevada temperatura e grandes volumes de água perdidas em vista aos altos totais de evapotranspiração, resultando em baixa quantidade de água disponível, principalmente para o uso da população de baixa renda.

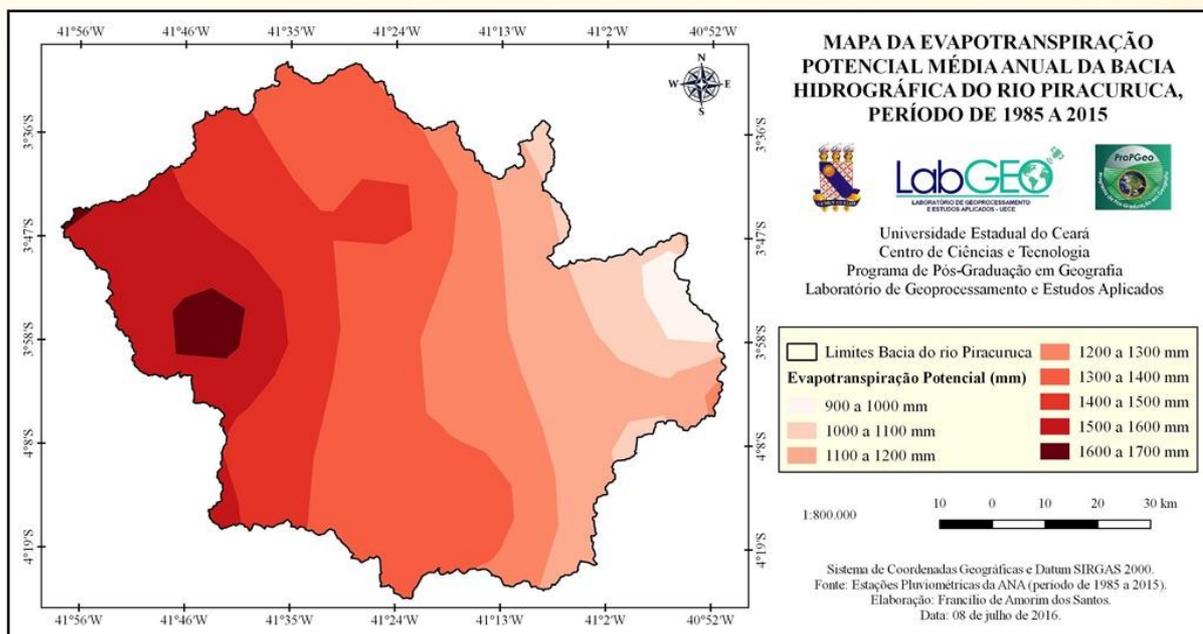


Figura 07. Evapotranspiração Potencial média anual da Bacia Hidrográfica do rio Piracuruca, série histórica de 31 anos, período de 1985 a 2015, dados obtidos das estações pluviométricas da Agência Nacional das Águas (ANA). Fonte: Elaborado por Santos (2016).

Através do Índice de umidade efetivo (IM), foi possível observar que a área da BHRP apresenta três tipos climáticos (Figura 08), conforme aponta a metodologia de classificação proposta por Thornthwaite e Mather (1955). Desse modo, a BHRP apresentou o tipo climático subúmido seco em 33,7% de sua área total, 41,7% representada pelo tipo climático subúmido úmido e 24,6% correspondendo ao tipo climático úmido. Destaca-se que a área compreendida pelo tipo climático subúmido seco situa-se na parte Noroeste e Sudeste, esta última sob influência das características geoambientais da Serra da Ibiapaba.

É essencial destacar que por meio do presente estudo pode-se constatar que a fragilidade climática é diretamente proporcional ao distanciamento da Serra da Ibiapaba. Pois à medida que se distancia da mesma os totais de precipitação reduzem, as temperaturas e a evapotranspiração potencial aumentam e o número de meses secos também aumentam. E tais elementos podem constituir fatores limitadores às atividades humanas, principalmente aquelas desenvolvidas pela população de baixa renda, pois apresenta baixo poder aquisitivo para investimento em maquinário, o que acentua sua dependência em relação aos fenômenos climáticos para cultivo das lavouras de subsistência.

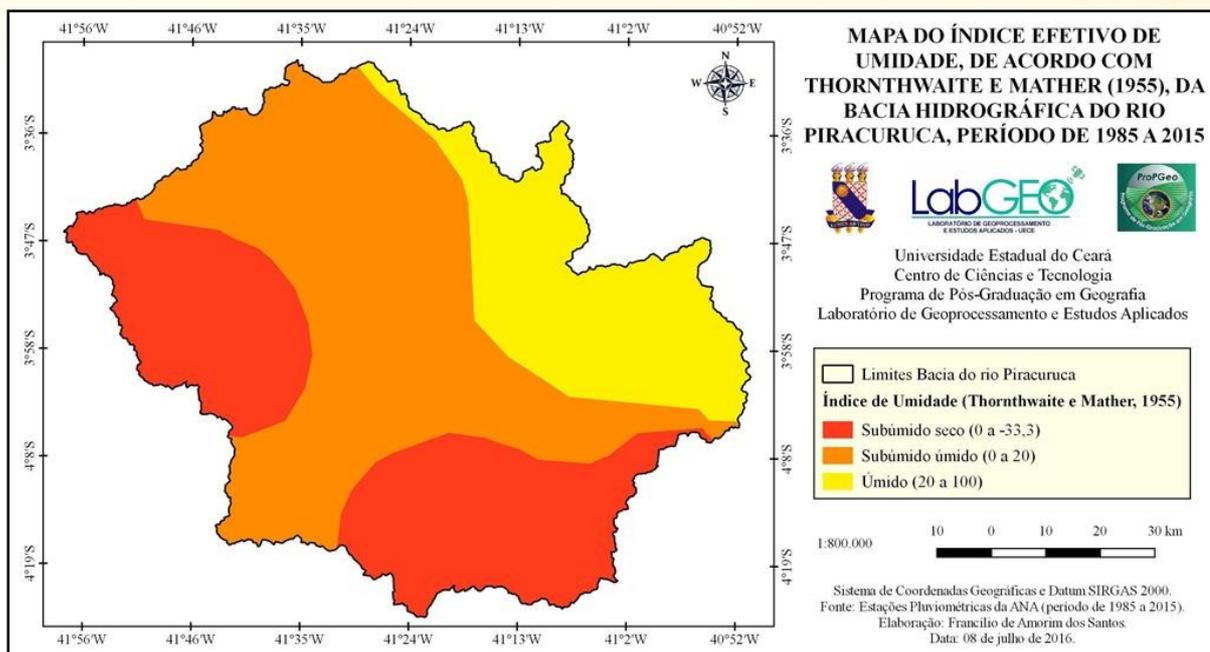


Figura 08. Índice efetivo de umidade, conforme proposto por Thornthwaite e Mather (1955), da Bacia Hidrográfica do rio Piracuruca, série histórica de 31 anos, período de 1985 a 2015, dados obtidos das estações pluviométricas da Agência Nacional das Águas (ANA). Fonte: Elaborado por Santos (2016).

4 CONCLUSÕES

Através do Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica do rio Piracuruca pode-se evidenciar áreas com os maiores totais pluviométricos e de temperatura, ao passo que os maiores valores de evapotranspiração potencial foram encontrados principalmente nas áreas com mais elevadas temperaturas médias anuais. Cita-se, também, que predominam quatro a seis meses secos em 77,5% da área total da bacia, correspondendo principalmente aos tipos climáticos subúmido úmido e subúmido seco.

Os dados aqui produzidos constituem valiosas informações, quando considerado o desenvolvimento de atividades humanas, posto que sejam desenvolvidas várias lavouras de subsistência no Nordeste brasileiro. De tal modo, que os pequenos agricultores não dispendo de tecnologia modernizada dependem muitas vezes da dinâmica natural dos condicionantes climáticos para realização de uma colheita satisfatória.

A presente pesquisa destaca, ainda, que estudos posteriores tornam-se necessários para melhor conhecimento, seja geoambiental e/ou socioeconômico da Bacia Hidrográfica do rio Piracuruca. Pois a integração desses elementos possibilitará compreender a dinâmica natural dos sistemas ambientais e o nível de interferência das atividades humanas, permitindo a

(83) 3322.3222

contato@conidis.com.br

www.conidis.com.br

criação de estratégias para convivência com os eventos de natureza extrema como as secas/estiagens e as inundações.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA - Agência Nacional de Águas. Hidro Web - Sistema de Informações Hidrológicas. **Séries históricas – ano de 1985 a 2015**. Disponível em <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em 25 de junho de 2016.

AQUINO, C.M.S.; OLIVEIRA, J.G.B. Emprego do Método de Thornthwaite & Mather (1955) para Cálculo do Balanço Hídrico Climatológico do Núcleo de Degradação de São Raimundo Nonato-Piauí. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 06, n. 01, p.79-90, 2013.

CABRAL, L.N.; XAVIER, J.M.V.; ROCHA, D.C. Soluções para o problema da água no semiárido nordestino: as secas e suas consequências. In: **Anais I Workshop Internacional Sobre Água no Semiárido Brasileiro**. Campina Grande - PB. 11 a 13 de dezembro de 2013.

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**, Vol. 1, Nº 1, p.15-28. Dezembro de 2005.

MOLION, L.C.B.; BERNARDO, S.O. Dinâmica das Chuvas no Nordeste Brasileiro. In: **Anais XI Congresso Brasileiro de Meteorologia (CD-Rom)**, p.1.334-1.342. Rio de Janeiro, 2000.

OLIVEIRA, J.G.B.; SALES, M.C.L. Usuais: programas para uso em análise ambiental. **Revista Equador (UFPI)**, Vol. 5, n. 2, p.36-60, Janeiro/Junho, 2016.

SALES, M.C.L. Evolução dos estudos de desertificação no Nordeste brasileiro. **Revista GEOUSP, Espaço e Tempo**, São Paulo, Nº 11, p.115-126, 2002.

SANTOS, F.A.; AQUINO, C.M.S. Balanço hídrico climatológico dos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí, Nordeste, Brasil. **Revista Eletrônica Geoaraguaia**. Barra do Garças-MT. V 6, n.1, p.30 a 56. Janeiro/julho. 2016.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The Water Balance**. Centerton, New Jersey: Drexel Institute of Technology, Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Publications in Climatology, v. 8, n. 1).

TUCCI, C.E.M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: Eds. da UFRGS e da USP, 1993.

UNEP. **Status of desertification and implementation of the United Nations Plan of Action to Combat Desertification**. Nairóbi, 1991.



USGS - *United States Geological Service* (Serviço Geológico dos Estados Unidos). Earth Explorer - **Digital Elevation** – *SRTM 1 Arc-Second Global*. 2015. Disponível em <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em 23 de novembro de 2015.

ZANELLA, M.E. Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do semiárido nordestino. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, n.36, Volume Especial, p.126-142, 2014.