

ANÁLISE DO TOTAL PRECIPITADO COM BASE NA SÉRIE HISTÓRICA DE 27 ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS COMPREENDIDA ENTRE 1995 E 2018 EM UMA SUB-BACIA DO RIO COREAÚ, CEARÁ

Lucas Florêncio da Cunha Teixeira (*), Ulisses Costa de Oliveira, Francisco Frank Soares, Jefferson Sousa Rocha, Carlos Alberto Mendes Junior

* Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará, lucasfengcivil@gmail.com

RESUMO

A pluviometria é um fator importante para caracterizar o clima de uma região, assim como exerce influência sobre o comportamento da bacia hidrográfica. A seca é considerada um sério problema para a sociedade humana e ecossistemas naturais, sendo observada historicamente na região do Nordeste brasileiro. O presente trabalho propõe a classificação de uma sub-bacia do rio Coreaú em termos de quantidade total de chuva durante 24 anos de análise a partir de dados de 27 postos pluviométricos. A área do estudo está localizada na macrorregião Noroeste Cearense, entre as coordenadas geográficas 2°59'15.34"S/41°14'59.90"O e 3°58'59.52"S/40°24'49.03"O. A metodologia aplicada foi a espacialização dos dados e consequente interpolação pelo método do inverso do quadrado da distância, tendo sido possível a partir de ferramentas do software QGIS, versão 2.14.16. O resultado final é demonstrado através de mapas seguindo a classificação estabelecida por Xavier (2001) para a região de Ibiapaba, contemplando a área de estudo. A distribuição de precipitações se mostrou desigual na maior parte do período analisado, concentrando-se na porção central da sub-bacia. Por fim, o estudo se mostra relevante para que gestores de recursos hídricos possam planejar e propor medidas de forma a mitigar os efeitos tanto de cheias como de secas.

PALAVRAS-CHAVE: Precipitação, Série Histórica, Bacias Hidrográficas, Interpolação IDW.

1. INTRODUÇÃO

A pluviometria se destaca como um importante fator caracterizador do clima de uma região, além de influenciar no comportamento hidrológico da bacia hidrográfica (SILVA; SILVA, 2012), assim como é imprescindível para a manutenção dos seres vivos no planeta. Segundo Silva e Silva (2012), a precipitação assume papel importante para a bacia, tanto para atividades de agricultura, como para a espacialização da paisagem. Zanella (2005) afirma que as características climáticas, que são influenciadas pela sazonalidade de precipitações, mantêm relação direta com o comportamento dos rios presentes na bacia, além da combinação desse efeito com as formações geológicas, o que reflete na disponibilidade de recursos hídricos de determinada região.

Dinpashoh et al. (2004) consideram a seca como um sério problema para a sociedade humana e para os ecossistemas naturais. O Nordeste brasileiro tem problemas históricos de seca, prejudicando a disponibilidade hídrica anual e todas as atividades econômicas dependentes de recursos hídricos em quantidade e qualidade suficientes.

Nesse contexto, é de suma importância o entendimento dos padrões de ocorrência de chuvas, visando criar mecanismos e instrumentos de monitoramento e planejamento, diante das incertezas impostas pelo clima, principalmente ao clima da região estudada, onde as chuvas ocorrem irregularmente em termos espaciais e temporais.

2. OBJETIVOS

Tendo em vista a notabilidade da pluviometria, no que diz respeito ao comportamento das bacias hidrográficas e sua importância para o estabelecimento de atividades humanas, este trabalho propõe a classificação de uma sub-bacia da bacia hidrográfica do rio Coreaú, presente no Estado do Ceará e no Nordeste brasileiro, em termos de quantidade total de chuva precipitada durante 24 anos de análise, além de propor uma possível correlação entre os resultados obtidos e os fatores climatológicos que os ocasionaram.

3. METODOLOGIA

3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

A área de estudo compreende a sub-bacia hidrográfica do Rio Coreaú, pertencente à região hidrográfica do rio que leva o mesmo nome, inserida na porção norte do estado, na macrorregião Noroeste Cearense, compreendendo os municípios de Alcântaras, Camocim, Coreaú, Frecheirinha, Granja, Ibiapina, Martinópole, Massapê, Meruoca, Moraújo, Mucambo, Senador Sá, Sobral, Tianguá, Ubajara, Uruoca e Viçosa do Ceará (Figura 1), entre as coordenadas geográficas 2°59'15.34"S/41°14'59.90"O e 3°58'59.52"S/40°24'49.03"O.

Em termos climáticos, a bacia apresenta clima Tropical Quente Semiárido, com precipitações médias anuais em torno de 889,45 mm e temperaturas médias anuais em torno de 24,75 °C. Diretamente relacionada com as características climáticas, os tipos predominantes de vegetação são o Complexo Vegetacional da Zona Litorânea, situada a Norte, a Caatinga Arbustiva Densa a sudoeste e a Mata Úmida na Cuesta de Ibiapaba a sudoeste. (INESP, 2009).

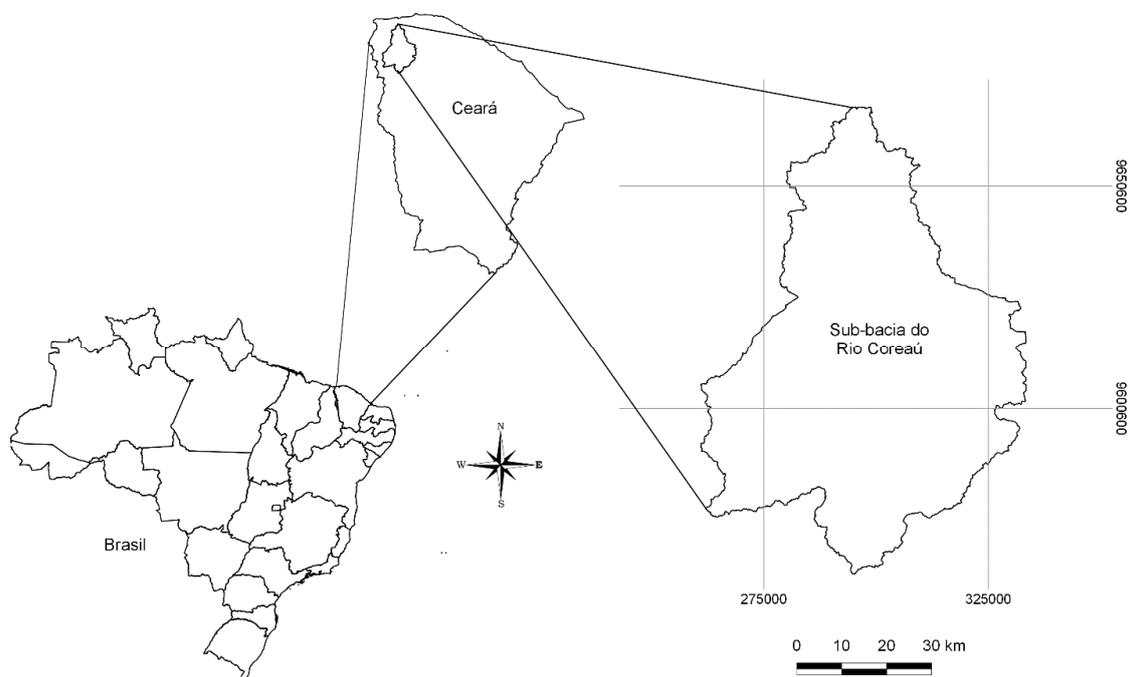


Figura 1: Localização da sub-bacia hidrográfica do rio Coreau. Fonte: Autor do trabalho.

Em relação à geologia, a bacia apresenta os seguintes domínios: terrenos cristalinos Pré-Cambrianos (41,31%), sendo representados por gnaisses, migmatitos, quartzitos e metacalcários, e por rochas sedimentares (58,69%), representados por arenitos da Formação Serra Grande, sedimentos areno-argilosos, sedimentos eólicos e cascalhos, areais, siltes e argilas, com ou sem matéria orgânica. (INESP, 2009).

Segundo Torres e Sobrinho (2014), a bacia apresenta, em sua geomorfologia, Superfície Sertaneja, Maciços Residuais da Meruoca a sudeste, Tabuleiros Pré-litorâneos, Zona Litorânea e Planalto Sedimentar da Ibiapaba a oeste.

3.2. OBTENÇÃO DOS DADOS

Os dados utilizados foram oriundos das estações pluviométricas da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME, totalizando 27 estações, listadas na Tabela 1, contendo o código, nome da estação, localização, altitude e período de anos de observação, compreendendo um total de 24 anos.

Tabela 1: Localização dos postos pluviométricos utilizados no trabalho. Fonte: FUNCEME, 2019.

Postos	Latitude	Longitude	Altitude	Período
Marco	-3,1202	-40,1463	19 m	1995 - 2018
Ibiapina	-3,9166	-40,8884	868 m	1995 - 2018
Ubajara	-3,8534	-40,9226	852 m	1995 - 2018
Tianguá	-3,7231	-40,9937	805 m	1995 - 2018
Viçosa do Ceará	-3,5683	-41,0946	709 m	1995 - 2018
São Benedito	-4,0463	-40,8666	907 m	1995 - 2018
Meruoca	-3,5476	-40,4512	756 m	1995 - 2018
Frecheirinha	-3,7590	-40,8101	118 m	1995 - 2018
Cariré	-3,9485	-40,4749	151 m	1995 - 2018
Mucambo	-3,9057	-40,7433	171 m	1995 - 2018
Chaval	-3,0363	-41,2399	573 m	1995 - 2018

Pacujá	-3,9784	-40,6954	140 m	1995 - 2018
Camocim	-2,9000	-40,8450	11 m	1995 - 2018
Martinopole	-3,2179	-40,6998	85 m	1995 - 2018
Uruoca	-3,3154	-40,5603	87 m	1995 - 2018
Barroquinha	-3,0238	-41,1293	29 m	1995 - 2018
Coreaú	-3,5501	-40,6575	74 m	1995 - 2018
Granja	-3,1241	-40,8315	16 m	1995 - 2018
Massapê	-3,5221	-40,3444	82 m	1995 - 2018
Santana Do Acarau	-3,4581	-40,2100	45 m	1995 - 2018
Senador Sá	-3,3514	-40,4634	87 m	1995 - 2018
Alcântaras	-3,5854	-40,5442	656 m	1995 - 2018
Cruz	-2,9305	-40,1811	27 m	1995 - 2018
Groaíras	-3,9141	-40,3834	95 m	1995 - 2018
Sítio Faveira	-4,0529	-40,9631	787 m	1995 - 2018
Moraújo	-3,4669	-40,6779	69 m	1995 - 2018
Pindoguaba	-3,7500	-41,1408	621 m	1995 - 2018

3.3. DADOS DE CHUVA

A partir da série histórica temporal compreendida entre 1995 e 2018, foram acumulados os totais precipitados referentes à quadra chuvosa do estado do Ceará, segundo a metodologia estabelecida por Xavier (2001). Portanto, foram contabilizados apenas os meses de janeiro a maio dos anos correspondentes. Para classificação das chuvas na área de estudo baseada na pluviometria total, adotou-se a metodologia proposta por Xavier (2001), conforme Tabela 2, tendo sido adotados os limites referentes à região de Ibiapaba.

Tabela 2: Limites inferior e superior definidos para as regiões pluviometricamente homogêneas do Estado do Ceará. Fonte: Xavier (2001).

Categorias (Regiões)	Muito seco (mm)	Seco (mm)	Normal (mm)	Chuvoso (mm)	Muito Chuvoso (mm)
Litoral Norte	0 a 500,6	500,7 a 729,3	729,4 a 1.073,5	1.073,6 a 1.222,5	Acima de 1.222,6
Litoral Trairi – Pecém	0 a 520,4	520,5 a 641,5	641,6 a 861,5	861,6 a 1.157,6	Acima de 1.157,7
Litoral de Fortaleza	0 a 625,3	625,4 a 798,2	798,3 a 1.121,5	1.121,6 a 1.355,5	Acima de 1.355,6
Maçiço de Baturité	0 a 588,4	588,5 a 690,0	690,1 a 911,7	911,8 a 1.241,9	Acima de 1.242,0
Ibiapaba	0 a 543,0	543,1 a 729,4	729,5 a 1.044,1	1.044,2 a 1.310	Acima de 1.310,1
Jaguaribana	0 a 400,1	400,2 a 555,4	555,5 a 692,3	692,4 a 952,1	Acima de 952,2
Cariri	0 a 439,5	439,6 a 567,7	567,8 a 729,1	729,2 a 862,5	Acima de 862,6
Sertão Central e Inhamus	0 a 361,9	362,0 a 449,7	449,8 a 605,8	605,9 a 763,2	Acima de 763,3

3.4. INTERPOLAÇÃO DOS DADOS DE CHUVA

De posse dos valores pontuais de pluviometria anuais referentes à quadra chuvosa de cada ano analisado, os dados foram importados para o software QGIS, versão 2.14.16, sendo possível a sua espacialização. Na ausência dos valores de chuva para o restante da área estudada, foi adotada a metodologia de interpolação dos valores através do método do inverso do quadrado da distância, a partir das ferramentas presentes no programa, permitindo visualizar a pluviometria na totalidade da área. Segundo Cegatta (2017), a interpolação é feita considerando-se “[...] o valor de cada vizinho ponderado pelo

inverso da distância entre ele e o ponto interessado”. Dessa forma, vizinhos distantes apresentam menor contribuição para o valor final do que vizinhos próximos. A expressão que representa o método é a seguinte:

$$x_p = \frac{[\sum (x_i / d_i^2)]}{[\sum (1 / d_i^2)]} \quad \text{equação (1)}$$

Sendo x_p = valor interpolado; x_i = valor do i -ésimo ponto vizinho; d_i = distância entre o i -ésimo ponto vizinho e o ponto de interesse.

4. RESULTADOS

Com as interpolações realizadas, foi possível gerar a Figura 2, que representa o resultado dos valores de pluviometria e sua classificação segundo Xavier (2001) durante os 24 anos analisados.

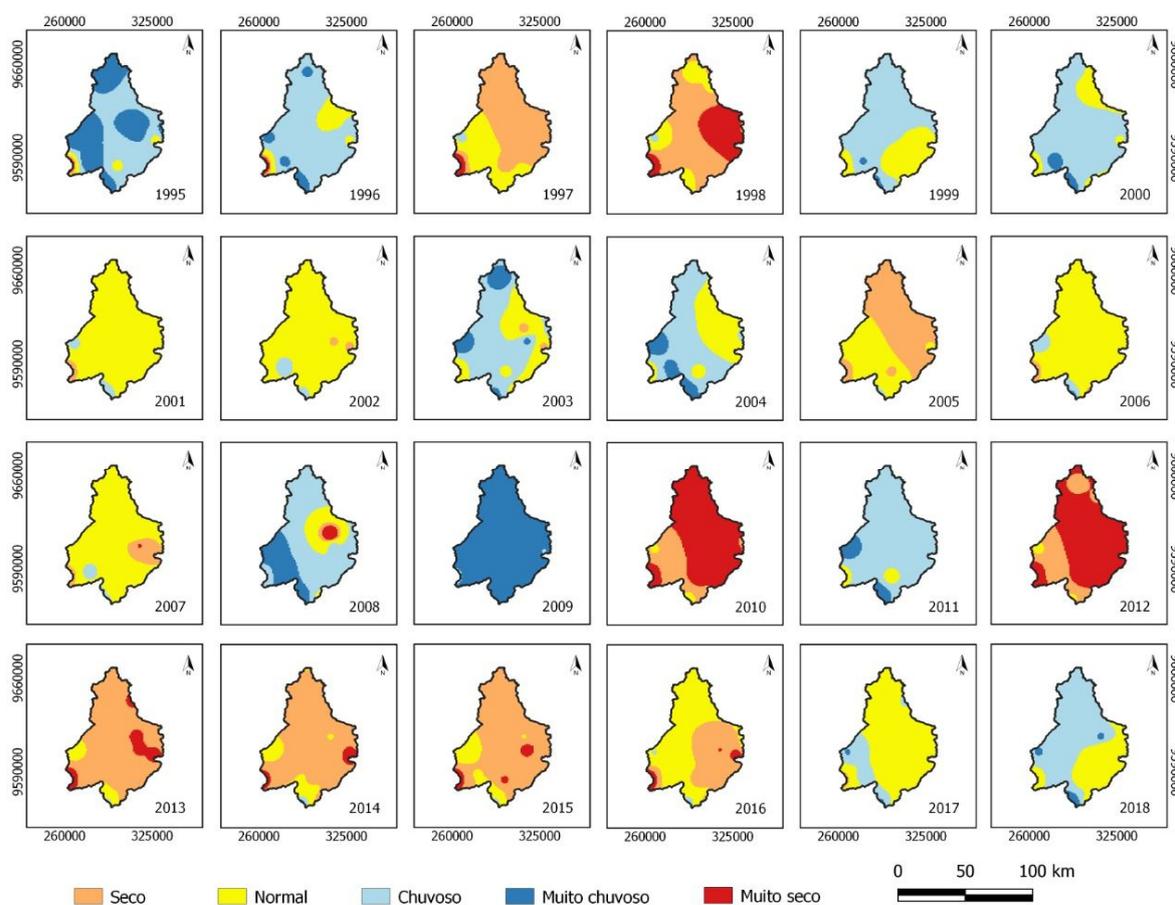


Figura 2: Classificação da pluviometria na área de estudo nos 24 anos analisados. Fonte: Autor do trabalho.

Os anos de 2010 e 2012 podem ser destacados por serem, predominantemente, muito secos na área da sub-bacia. 2013, 2014 e 2015 foram anos secos, quase que na totalidade da bacia. Os resultados podem ser associados à seca entre os anos de 2010 a 2016 que, segundo Cortez, Lima e Sakamoto (2017), o Estado do Ceará enfrentou o que pode ser considerado a mais severa seca do último século.

No caso dos anos de 2001, 2002, 2006, 2007 e 2017, a predominância característica de pluviometria foi do tipo normal. No tocante a anos chuvosos, podem-se destacar 1996, 1999, 2000, 2011 e 2018. E 2009 foi um ano predominantemente muito chuvoso, o que pode ser associado à última grande cheia do Rio Coreau na cidade. (FERREIRA; XEREZ, 2019). Destaque para o ano de 2011 em que, apesar da seca de 2010 a 2016, choveu acima da média em fevereiro, abril e maio. Apenas no mês de março choveu abaixo do previsto. (G1, 2011).

Nos anos de 1995, 1997, 1998, 2003, 2004, 2005, 2008 e 2016, não foi possível caracterizar o padrão predominante, sendo considerados anos com pluviometria de padrão misto.

A Figura 3 mostra o gráfico do total de chuva acumulado em todos os meses dos anos estudados, assim como o valor médio total.

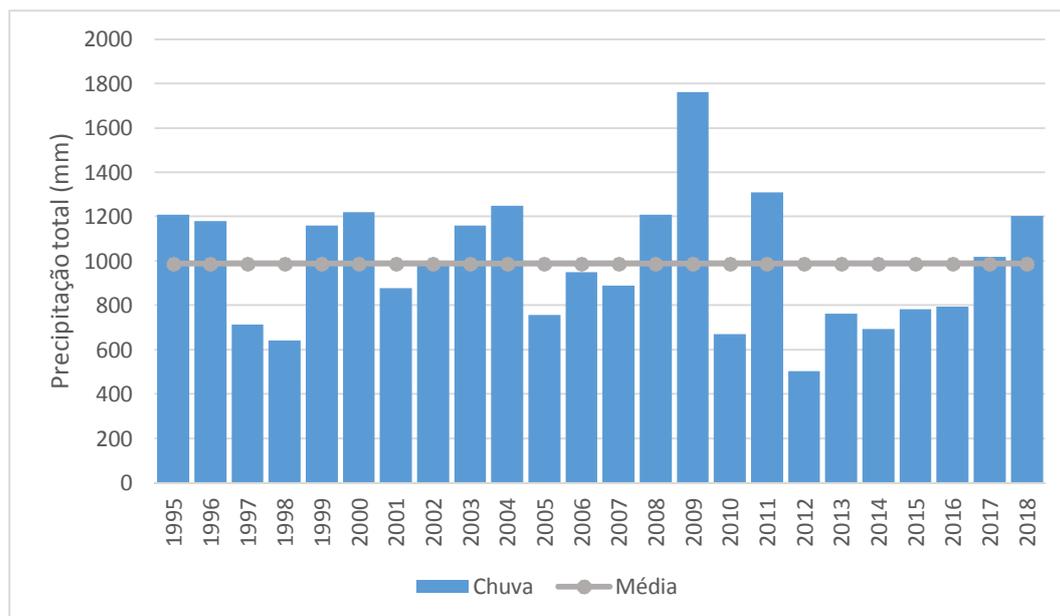


Figura 3 Total precipitado e média de precipitação dos anos analisados. Fonte: Autor do trabalho.

O gráfico mostra a variação da distribuição de chuvas durante os anos estudados. Nota-se que 11 dos 25 anos estão acima da média precipitada historicamente. Os anos mais secos refletem a seca de 2010 a 2016 já mencionada. Pode-se também inferir a tendência de a chuva alcançar determinado pico durante um ano e nos anos subsequentes esse valor se tornar mais reduzido.

5. CONCLUSÕES

A distribuição de precipitações se mostrou desigual na maior parte do período analisado, com exceção de alguns anos. As chuvas se concentraram na porção central da sub-bacia estudada.

A precisão da análise pode ser aprimorada pelo aumento no número de estações pluviométricas, concentradas em algumas áreas.

Vale ressaltar a concentração de chuvas em apenas 5 meses do ano no Estado do Ceará, sendo necessária a construção de obras de infraestrutura hídrica que assegurem o abastecimento no período mais seco.

Ademais, o estudo se mostra relevante no contexto de monitoramento histórico de precipitações na área estudada, parâmetro fundamental para que gestores de recursos hídricos possam planejar e propor medidas de forma a mitigar os efeitos tanto de cheias como de secas, uma vez que o comportamento da chuva pode ser predeterminado a partir de anos anteriores.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CEGATTA, Ítalo. **Interpolação pelo inverso do quadrado da distância**. 2017. Disponível em: <<https://italocegatta.github.io/interpolacao-pelo-inverso-do-quadrado-da-distancia/>>. Acesso em: 21 jun. 2019.
2. CORTEZ, Helder dos Santos; LIMA, Gianni Peixoto de; SAKAMOTO, Meiry Sayuri. **A seca 2010-2016 e as medidas do Estado do Ceará para mitigar seus efeitos**. Parcerias Estratégicas, Brasília, v. 22, n. 44, p.83-118, jun. 2017. Disponível em: <http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/858/786>. Acesso em: 21 jun. 2019.
3. Dinpashoh, Y.; Fakheri-Fard, A.; Moghaddam, M.; Jahanbakhsh, S.; Mirnia, M. Selection of variables for the purpose of regionalization of Iran's precipitation climate using multivariate methods. **Journal of Hydrology**, v.297, p.109-123, 2004.
4. FERREIRA, Matheus; XEREZ, Gioras. **Nível do Rio Coreau sobe mais de três metros e ameaça invadir Granja; cidade teve maior chuva do Ceará em 24 horas**. 2019. Disponível em: <<https://g1.globo.com/ce/ceara/noticia/2019/04/03/nivel-do-rio-coreau-sobe-mais-de-tres-metros-e-ameaca-invadir-granja-cidade-teve-maior-chuva-do-ceara-em-24-horas.ghtml>>. Acesso em: 21 jun. 2019.
5. FUNCEME. **Postos Pluviométricos**. 2019. Disponível em: <http://www.funceme.br/?page_id=2694>. Acesso em: 24 jun. 2019.

6. G1. **Ceará tem chuvas acima da média de janeiro a maio de 2011.** 2011. Disponível em: <<http://g1.globo.com/ceara/noticia/2011/06/ceara-tem-chuvas-acima-da-media-de-janeiro-maio-de-2011.html>>. Acesso em: 22 jun. 2019.
7. INESP. Assembleia Legislativa. **Caderno regional da bacia do Coreaú / Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos**, Assembleia Legislativa do Estado do Ceará; Eudoro Walter de Santana (Coordenador). – Fortaleza: INESP, 2009. 120p.: il. – (Coleção Cadernos Regionais do Pacto das Águas, v. 3).
8. SILVA, Juliana Maria Oliveira; SILVA, Edson Vicente da. UTILIZAÇÃO DOS ANOS PADRÕES PARA A CARACTERIZAÇÃO PLUVIOMÉTRICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRANGI/CEARÁ. **REVISTA GEONORTE**, [S.l.], v. 3, n. 6, p. 1358 - 1369, nov. 2012. ISSN 2237-1419. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufam.edu.br/revista-geonorte/article/view/2028>>. Acesso em: 21 jun. 2019.
9. TORRES, M. Vieira; F. SOBRINHO, J. Estudo Integrado da Bacia do Coreaú (CE): Uma Proposta de Ensino para a Educação Básica. **Revista Geonorte**, Acaraú, v. 10, n. 1, p.84-89, maio 2014. Disponível em: <www.periodicos.ufam.edu.br/revista-geonorte/article/view/1624>. Acesso em: 21 jun. 2019.
10. XAVIER, T. M. B. S. Tempo de Chuva. **Estudos climáticos e de previsão para o Ceará e Nordeste setentrional**. Fortaleza: ABC Editora, 2001.
11. ZANELLA, M. E. **Caracterização Climática e os recursos hídricos do Estado do Ceará**. In: José Borzacchiello da Silva; Eustógio Wanderlei Dantas; Tércia Cavalcante. (Org.). GEOGRAFIA DO CEARÁ: UM NOVO OLHAR GEOGRÁFICO. 2a ed. Fortaleza: Ed. Demócrito Rocha, 2007, v. 169.