



ANÁLISE DOS PERÍODOS ÚMIDOS E SECOS NO MUNICÍPIO DE CASTELO DO PIAUÍ, NORDESTE DO BRASIL

Francílio de Amorim dos Santos (1)

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

Resumo: A pesquisa ora apresentada teve como objetivos: identificar a normal climatológica anual e mensal; analisar a precipitação pluviométrica, a partir de estatística descritiva e do *Lamb Rainfall Departure Index (LRDI)*; estimar a tendência ao aumento ou diminuição da precipitação pluviométrica mensal e anual, por meio do teste de Mann-Kendall, no município de Castelo do Piauí, situado no Nordeste do Brasil. Para tanto foram obtidos dados de precipitação pluviométrica, para o período de 1963 a 2001, junto ao *site* da Agência Nacional de Águas (ANA), que tiveram suas falhas corrigidas por meio do pacote de programas USUAIS e empregados nos *softwares* BioEstat e Past. Os dados dos postos inseridos no interior do município de Castelo do Piauí apresentaram ótima correlação com os postos do entorno, posto que seu Coeficiente de Regressão Linear (R) tenha exibido valor de 0,8895. Em relação à normal climatológica anual média esta indicou média histórica em Castelo do Piauí de 1.071,8 mm, ao passo que a normal climatológica mensal apontou período chuvoso localizado nos meses de janeiro a abril, tendo o mês de março com o maior volume precipitado (270,0 mm), e período seco situado entre os meses de maio a dezembro, destacando-se o agosto como o mais seco (3,3 mm médios). Por meio do *LRDI* observou-se que na série analisada ocorreram mais anos secos que úmidos, tendo sido distinguidas a ocorrência de 15 eventos *El niño* de intensidades variadas, que em 17 ocasiões foram determinantes na sucessão de anos secos. A série analisada não indicou tendência positiva, posto que o teste de Mann-Kendall tenha indicado Pvalor de 0,535129167 (5,3%).

Palavras-chave: Precipitação; Estatística; Índice.

Introdução

O conhecimento e a compreensão da dinâmica das paisagens tem tornado-se essencial do desenvolvimento das atividades humanas. Nesse contexto, estudos voltados ao entendimento das variáveis climáticas, particularmente das precipitações pluviométricas, têm sido desenvolvidos como forma de reduzir a dependência humana frente a este elemento da paisagem. As precipitações têm grande influência sobre a vida humana, estando principalmente ligado a atividades agropecuárias, desencadeamento do processo de desertificação e risco a desastres naturais.

Nesse cenário, cabe inserir o Nordeste Brasileiro (NEB) que se apresenta como uma região, de clima tropical, marcada por irregularidade na distribuição das precipitações no tempo e no espaço. E tal fato gera diversos problemas de cunho social, econômico e ambiental. Pois eventos extremos como as secas e inundações assolam a população dessa região, desde seu povoamento. E que nas últimas décadas vem acentuando-se devido crescimento populacional que não é acompanhado de políticas públicas voltadas para amenização dos problemas sociais dessa região.

Frente ao exposto, o presente estudo tornou-se relevante diante da necessidade de aprofundamento e preenchimento de lacunas em relação às informações disponíveis, sobre os totais de precipitações pluviométricas. Posto que, a priori, torne-se necessário conhecer o ambiente, notadamente os níveis de precipitações, para posteriormente buscar elaborar estratégias que possibilitem à população viver com qualidade de vida no ambiente em que vive.

Para operacionalização da pesquisa foram adquiridos dados de precipitações pluviométricas de 5 (cinco) postos, junto ao *site* da Agência Nacional de Águas (ANA), a partir de série histórica de 39 anos (1963 a 2001). Esses dados foram manuseados e refinadas por meio de 3 (três) programas, quais sejam: programa FALHAS, pertencente ao pacote de programas USUAIS (OLIVEIRA; SALES, 2016), utilizado para realizar as correções das falhas na série histórica; BioEstat, versão 5.0, empregado para aplicação do Coeficiente de Regressão Linear (R), manuseio dos dados de precipitação pluviométrica e conhecimento das normais climatológicas; *Past* que permitiu executar o teste estatístico não paramétrico de Mann-Kendall.

O refinamento das informações relacionadas às precipitações pluviométricas permitiu a organização dos dados em planilhas eletrônicas e aplicação do *Lamb Rainfall Departure Index (LRDI)*, conforme proposta metodológica de Lamb *et al.* (1986), para identificação dos anos úmidos e secos na área em estudo.

Nesse cenário, a presente proposta de pesquisa propôs-se a: i) identificar a normal climatológica anual e mensal; ii) analisar a precipitação pluviométrica, a partir de estatística descritiva e do *Lamb Rainfall Departure Index (LRDI)*; iii) estimar a tendência ao aumento ou diminuição da precipitação pluviométrica mensal e anual, por meio do teste de Mann-Kendall, no município de Castelo do Piauí, situado no Nordeste do Brasil.

Metodologia

Localização e caracterização da área em estudo

O município de Castelo do Piauí localiza-se no Território de Desenvolvimento dos Carnaubais - AGM (PIAÚÍ, 2006) e possui 2.237,08 km². Sua sede administrativa localiza-se às Coordenadas Geográficas de 05°19'19"S e 41°33'10"O (Figura 01), conforme apontam Aguiar e Gomes (2004). O município de Castelo do Piauí, inicialmente, chamado de Marvão, foi elevado à categoria de município por meio da carta régia de 19 de junho de 1761, quando foi desmembrado de Campo Maior. Somente em 1890, por meio do Decreto Estadual nº 20, de 27 de março, passou a

denominado Castelo do Piauí que, atualmente, apresenta uma população estimada em 19.410 habitantes (IBGE, 2017).

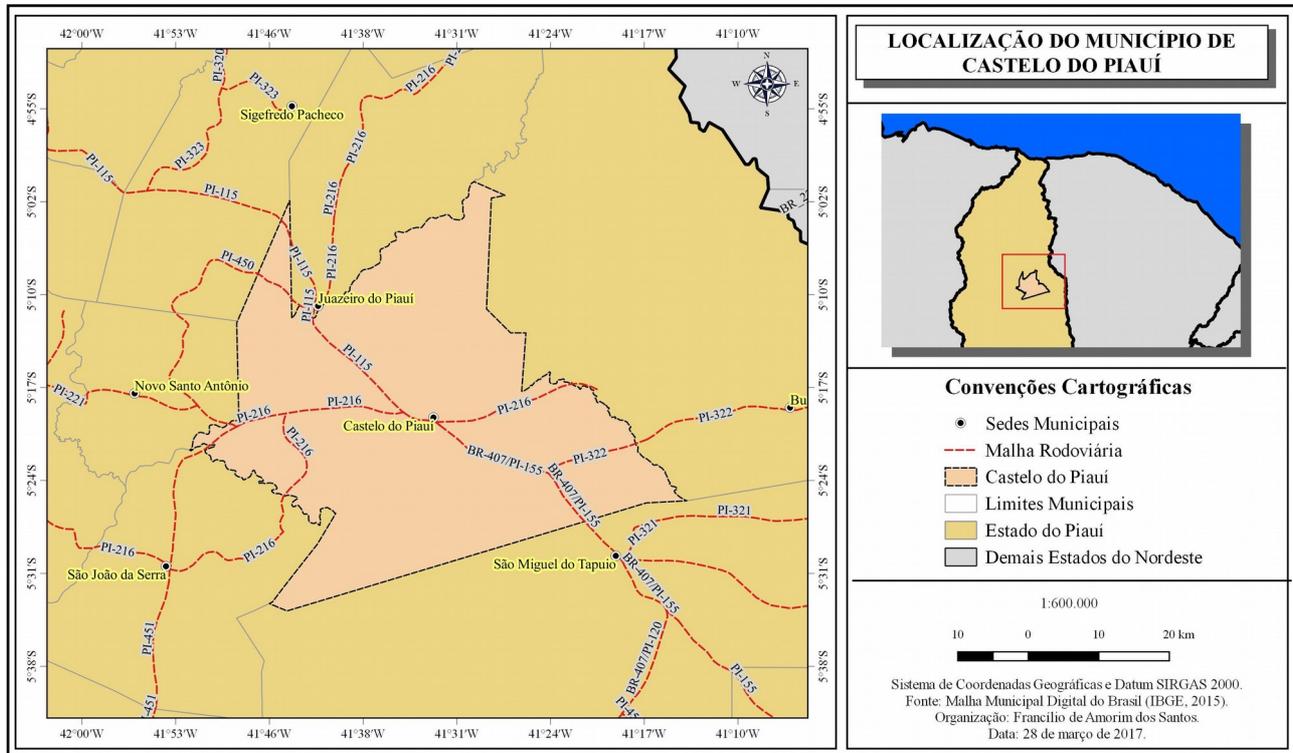


Figura 01. Localização do município de Castelo do Piauí, Nordeste do Brasil.

Fonte: IBGE (2015).

A área em estudo está assentada sobre formações geológicas de natureza sedimentar, a saber: Formação Cabeças (69,2%); Formações Pimenteiras, Depósitos Colúvio-Eluviais, Formação Serra Grande e Formação Longá que abrangem, respectivamente, 15%, 14,3%, 1,1% e 0,4% (CPRM, 2006). O relevo da área apresenta cotas altimétricas que variam de 180 a 300 m, ao passo que predomina relevo com feições tabulares e declividade plana a suave ondulada (SANTOS; AQUINO, 2015). Na área do município em estudo predominam os Neossolos, que se distribuem por 52,3% de sua área, seguidos pelos Latossolos, Argissolos e Luvisolos que são encontrados, respectivamente, em 36,3%, 11% e 0,4% do município (JACOMINE, 1983).

No que diz respeito aos sistemas atmosféricos atuantes no setor Norte do Nordeste, área onde se localiza o município objeto em estudo, destaca-se a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), principalmente promotor de chuvas. A ZCIT tem sua intensidade e posição influenciada pelo *El Niño* Oscilação Sul (ENOS) e as anomalias da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) nas bacias dos Oceanos Atlântico e Pacífico.

Inicialmente, realizou-se triagem dos postos pluviométricos com informações, referentes ao período de 1963 a 2001, junto ao *site* da Agência Nacional de Águas (ANA). Esse levantamento permitiu a identificação de apenas 5 postos pluviométricos com dados que possibilitassem realizar a análise proposta, sendo 2 no interior do município de Castelo do Piauí e 3 postos de municípios do entorno, conforme encontra-se disposto na Tabela 01.

Tabela 01. Características dos postos pluviométricos utilizados no estudo.

ID	Nome do Posto	Município	Latitude	Longitude	Altitude
1	Castelo do Piauí	Castelo do Piauí	-05 20 000	-41 34 000	250 m
2	Fazenda Boa Esperança	Castelo do Piauí	-05 13 290	-41 44 130	120 m
3	Pajeú	Campo Maior	-05 03 0.00	-41 58 0.00	140 m
4	São João da Serra	São João da Serra	-05 30 0.00	-41 55 0.00	120 m
5	Retiro	Pedro II	-04 40 0.00	-41 28 0.00	530 m

Fonte: ANA (2016).

O passo seguinte constitui em realizar as correções das falhas da série histórica (1963 a 2001) dos postos pluviométricos obtidos por meio do pacote de programas USUAIS, desenvolvido por Oliveira e Sales (2016), associado à utilização da técnica de Ponderação Regional proposta por Tucci (1993).

Após a realização de tais procedimentos, empregou-se o *software* BioEstat, versão 5.0, para identificação da correlação entre os postos do interior e do entorno da área em estudo, por meio da aplicação do Coeficiente de Regressão linear (R). O referido programa foi utilizado, ainda, para conhecimento das normais climatológicas anuais e mensais. Ao passo que para a execução do teste estatístico não paramétrico de Mann-Kendall utilizou-se o *software* livre *Past*.

Em seguida, as informações acerca das precipitações foram organizadas e tabeladas em planilhas eletrônicas, de modo que fosse possível aplicar o *Lamb Rainfall Departure Index (LRDI)*, a partir da Equação 1, conforme sugere a proposta metodológica de Lamb *et al.* (1986).

$$LRDI = \frac{1}{t_j} * \sum_{i=1}^{t_j} \frac{N_{i,j} - \overline{N_i}}{S_i} \quad (1)$$

Onde:

$N_{i,j}$ = precipitação no ano j do posto i ;

N_i = precipitação média anual do posto i ;

S_i = desvio padrão da precipitação anual do posto i ;
 t_j = número de postos com precipitação no ano j .

O último procedimento realizado consistiu em organizar os produtos obtidos por meio do uso dos referidos *softwares* e Equação 1. Essa etapa foi realizada em planilhas eletrônicas e, por conseguinte, permitiu a produção de gráficos, para melhor visualização das informações geradas.

Resultados e discussão

A integração dos dados dos postos pluviométricos, obtidos junto à ANA, propiciou elaborar a Figura 02. Nessa é possível observar que o Coeficiente de Regressão Linear (R) apresenta valor de 0,8895 e, por conseguinte, infere-se que os postos inseridos no interior do município de Castelo do Piauí apresentaram ótima correlação com aqueles situados nos municípios do entorno.

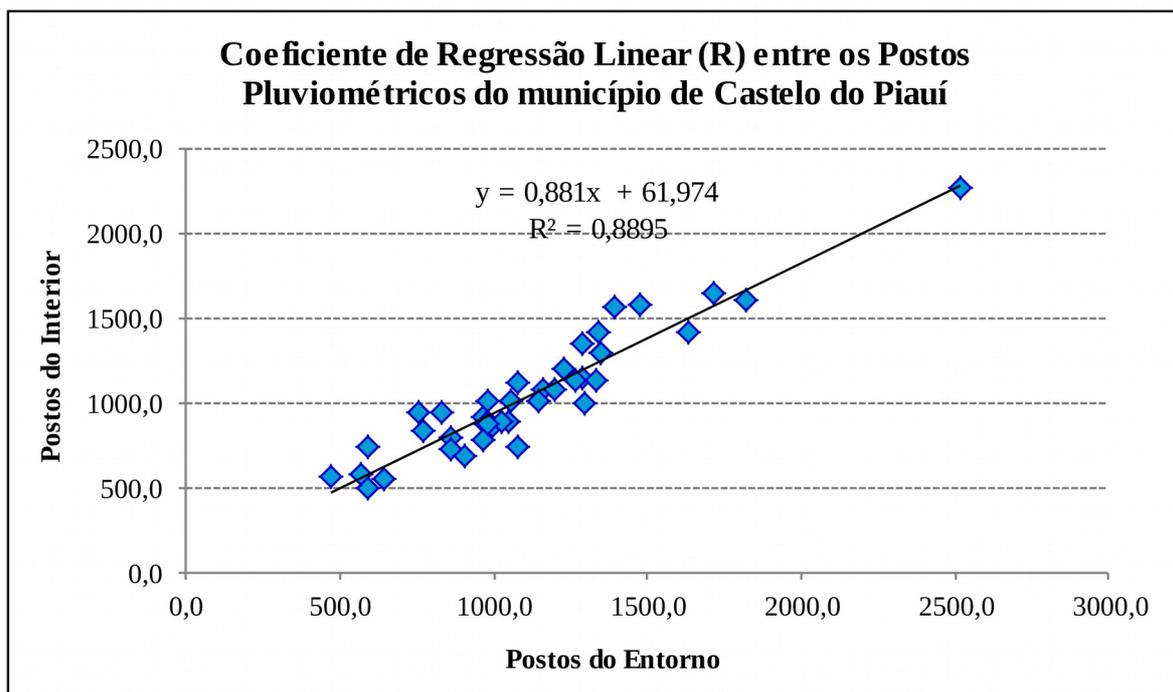


Figura 02. Coeficiente de Regressão Linear (R) entre os dados dos postos situados no interior e no entorno do município de Castelo do Piauí.

Em relação à normal climatológica anual média, para o período de 1963 a 2001, pode-se verificar que a média histórica em Castelo do Piauí foi de 1.071,8 mm (Figura 03). Dessa série pode-se destacar o ano de 1985 como o mais úmido ao longo desses 39 anos, tendo exibido volume

de chuvas de 2.370,8 mm. Esta resultou da ação conjunta de fenômeno *El niño* fraca e fase negativa do dipolo do Atlântico (NOAA, 2017). Por outro lado, os anos de 1983 e 1990 são considerados os mais secos do período analisado com volume precipitado, respectivamente, de 526,7 mm e 532,2 mm. Ambos os anos tiveram influência da fase positiva do dipolo do Atlântico, ressaltando-se que o ano de 1983 teve, ainda, a influência do fenômeno *El niño* de intensidade forte (NOAA, 2017).

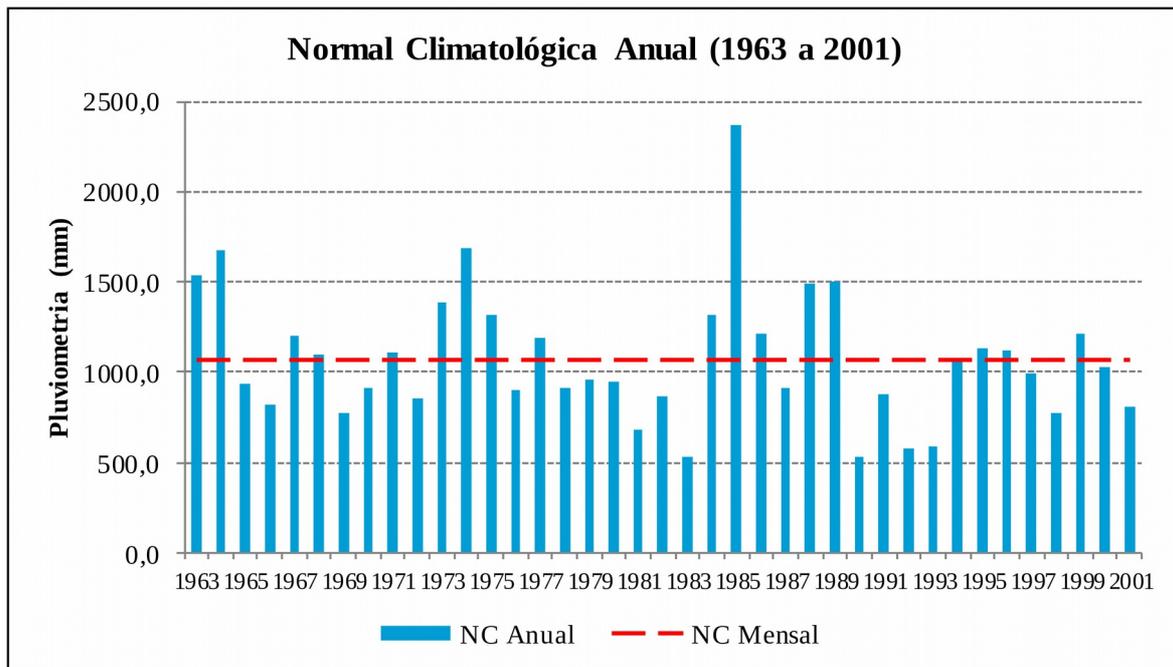


Figura 03. Normal Climatológica Anual (mm) do município de Castelo do Piauí, período de 1963 a 2001.

No tocante à normal climatológica mensal, pode-se identificar que o período chuvoso em Castelo do Piauí está localizado nos meses de janeiro a abril (Figura 04). Ao passo que o mês mais chuvoso é março, com volume médio precipitado de 270,0 mm, por outro lado, o período seco está situado nos meses de maio a dezembro, distinguindo-se o mês de agosto como o mais seco, com volume de chuvas da ordem de 3,3 mm médios. Os dados aqui apresentados corroboram o fato afirmado ao longo de bibliografia pertinente ao Nordeste do Brasil, pois o município de Castelo do Piauí concentra período chuvoso em 4 meses e, por outro lado, apresenta um período de 8 meses.

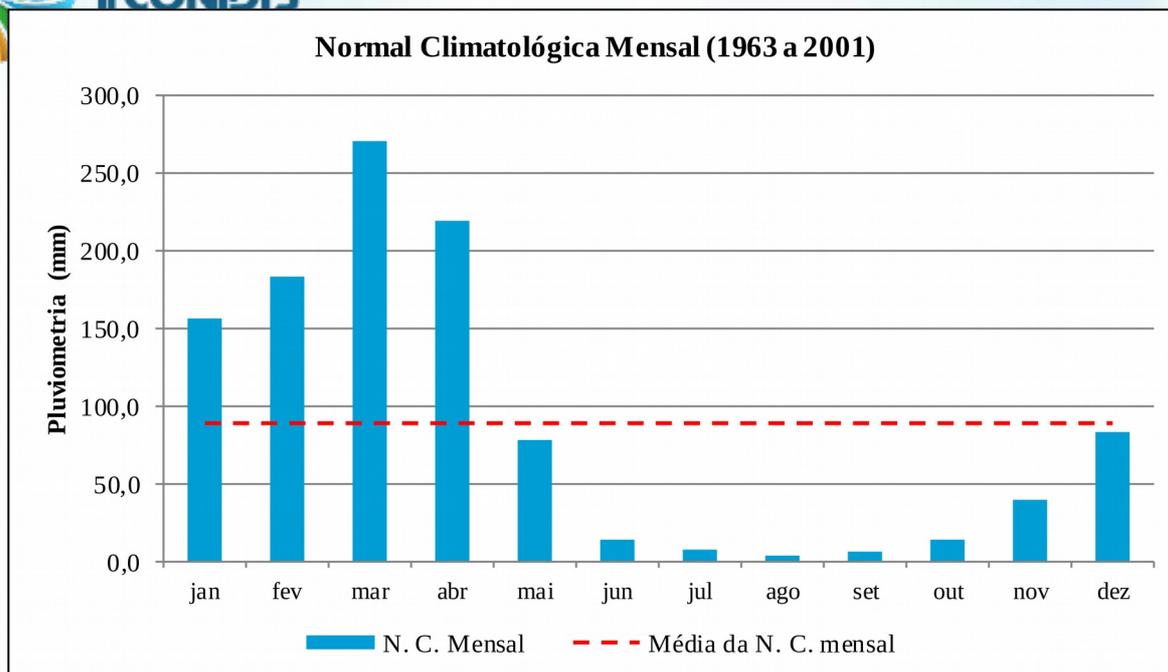


Figura 04. Normal Climatológica Mensal (mm) do município de Castelo do Piauí, período de 1963 a 2001.

Os dados de precipitação dos postos pluviométricos possibilitou constar que ocorreram mais anos secos que úmidos ao longo da série analisada, posto que tenham ocorrido 22 anos com volumes de chuvas abaixo da média (Figura 05). Ao passo que foram detectadas a ocorrência de 15 eventos *El niño* de intensidades variadas, quais sejam: *El niño* fraco ocorreu em 1969, 1978, 1980, 1982, 1991, 1993, 1994, 1995 e 1997; em 1966, 1973 e 1987 tiveram-se *El niño* moderado; *El niño* forte aconteceu em 1983, 1992 e 1998 (NOAA, 2017). Dentre essas ocorrências, 17 delas sucederam em anos secos, ao passo que apenas 5 anos não sofreram interferência de um fenômeno *El niño* como, por exemplo, em 1965, 1972, 1976, 1990 e 2001.

Embora apresente uma distribuição irregular espaço-temporalmente, em tese, os dados das séries das médias de precipitação pluviométrica não apresentam tendência positiva, de acordo com o teste de Mann-Kendall, pois seu Pvalor foi de 0,535129167 (5,3%), conforme está representado na Tabela 02.

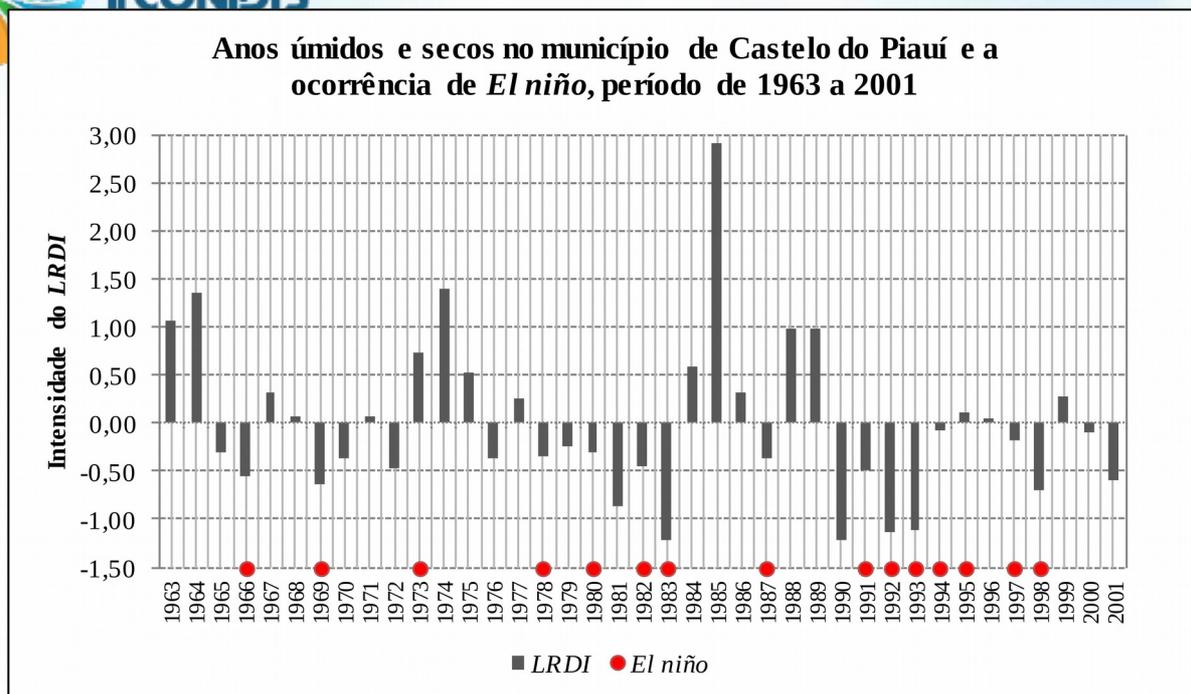


Figura 05. Ocorrência e intensidade do *Lamb Rainfall Departure Index* (LRDI) do município de Castelo do Piauí, período de 1963 a 2001.

Tabela 02. Teste de Mann-Kendall aplicado às séries mensal e anual de médias precipitações pluviométricas do município de Castelo do Piauí, período de 1963 a 2001.

Série	<i>n</i>	Teste de Mann-Kendall (Pvalor)
Jan.	39	0,61141
Fev.	39	0,71667
Mar.	39	0,61141
Abr.	39	0,2264
Mai.	39	0,56963
Jun.	39	0,10762
Jul.	39	0,73428
Ago.	39	0,84465
Set.	39	0,67881
Out.	39	0,21265
Nov.	39	0,96141
Dez.	39	0,14661
Anual	468	0,535129167

Conclusões



O desenvolvimento do presente estudo foi de suma importância, tendo sido possível alcançar os objetivos propostos. Nesse sentido, a aquisição e refinamento dos dados de precipitações pluviométricas foi de fundamentação importância para a realização dessa pesquisa.

Desse modo, foi possível verificar que os postos apresentaram ótima correlação, visto que seu Coeficiente de Regressão Linear (R) foi de 0,8895, por outro lado, à normal climatológica anual média indicou média histórica em Castelo do Piauí. Por sua vez, a normal climatológica mensal apontou período chuvoso que vai de janeiro a abril, sendo o mês de março aquele com maior volume precipitado (270,0 mm), e período seco situado entre os meses de maio a dezembro, destacando-se o agosto como o mais seco (3,3 mm médios).

O LRDI indicou que os anos secos e úmidos desenvolveram 15 eventos *El niño* de intensidades variadas, que em 17 ocasiões foram determinantes na sucessão de anos secos. A série analisada não indicou tendência positiva, posto que o teste de Mann-Kendall tenha indicado Pvalor de 0,535129167 (5,3%).

A presente pesquisa não se apresenta como um fim em si, mas torna-se ponto de partida para estudos posteriores que busquem integrar os dados aqui apresentados aos demais elementos geoambientais para conhecimento das potencialidades e limitações do meio. Contudo os dados acerca das precipitações devem subsidiar a geração de estratégias para convivência e, por conseguinte, uso racional dos recursos naturais no ambiente semiárido.

Referências

AGUIAR, R.B.; GOMES, J.R.C. (Org.). **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Piauí**: diagnóstico do município de Castelo do Piauí. – Fortaleza: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2004.

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.

BRASIL. Ministério de Minas e Energias. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Projeto RADAM - Levantamento dos Recursos Naturais, Vol. 02, Folha SB. 24 Jaguaribe; geologia**. Rio de Janeiro. 1973.

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. **Mapas estaduais de geodiversidade: Piauí**. Rio de Janeiro: CPRM. 2006. Documento cartográfico em arquivo vetorial. Disponível em <<http://geobank.sa.cprm.gov.br/>>. Acesso em janeiro de 2014.

JACOMINE, P.K.T. **Mapa exploratório-reconhecimento de solos do estado do Piauí**. Convênio EMBRAPA/SNLCS-SUDENE-DRN. 1983.



IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades:** Castelo do Piauí. 2017. Disponível em <www.cidades.ibge.gov.br>. Acesso em 22 de março de 2017.

_____. **Malha municipal digital do Brasil:** situação em 2015. Rio de Janeiro: IBGE, 2014. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/malhas_digitais/>. Acesso em 28 de março de 2017.

LAMB, P.J.; PEPPLER, R.A.; HASTENRATH, S. Interannual Variability in the Atlantic. **Nature**, n.322, p.238-240. July 1986.

NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration. Climate Prediction Center. **Historical El Nino / La Nina episodes (1963-2001)**. Disponível em <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml>. Acesso em 28 de outubro de 2016.

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.

PIAUI. Gabinete do Governador. Palácio de Karnak. **Projeto de Lei Complementar nº 004, de 14 de fevereiro de 2006**. Estabelece o Planejamento Participativo Territorial para o Desenvolvimento Sustentável do estado do Piauí e dá outras providências. 2006.

SANTOS, F.A.; AQUINO, C.M.S. Mapeamento das unidades geoambientais do município de Castelo do Piauí: subsídio ao planejamento ambiental. **Revista OKARA: Geografia em debate**, v.9, n.3, p.428-449, João Pessoa - PB. 2015.