REDE
ISSN:1982-5528
Revista Eletrônica do PRODEMA
Journal Homepage: www.revistarede.ufc.br
D.O.I:1022411/rede2018.1203.01

ANÁLISE DAS PRECIPITAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS COMO INDICATIVO DE ÁREAS SUSCEPTÍVEIS À DESERTIFICAÇÃO NOS SERTÕES DE SANTA QUITÉRIA E INDEPENDÊNCIA, CEARÁ

Analysis of pluviometric precipitation as an indication of susceptible to desertification areas at the sertões of Santa Quitéria and Independência, Ceará

Érika Gomes Brito da Silva[1]
Vládia Pinto Vidal de Oliveira[2]

RESUMO:

Em terras semiáridas do estado do Ceará, as irregularidades das precipitações pluviométricas e a frequência de secas afetam diretamente as áreas susceptíveis à desertificação (ASD). A baixa pluviometria acentua a semiaridez e a disponibilidade hídrica nos sistemas ambientais e planejamento das atividades agropecuárias e de subsistência. Este estudo propôs analisar a distribuição e variabilidade das precipitações pluviométricas como indicativo de áreas potenciais à desertificação nos municípios de Santa Quitéria e Independência. A avaliação considerou os totais anuais, cálculos de desvio padrão e coeficiente de variação e os anos mais secos. Os dados de análise foram obtidos de estações pluviométricas localizadas nas áreas de estudo. As imagens de radar do sensor Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) foram utilizadas para validação do posicionamento geográfico das estações climáticas. A análise da distribuição espacial das chuvas foi feita por meio de interpolação por Inversão ponderada da distância (IDW) em Sistema de Informação Geográfica (SIG). A variabilidade das chuvas foi quantificada por meio de cálculos de desvio padrão e coeficiente de variação. Os anos secos foram identificados a partir dos valores pluviométricos abaixo da média histórica anual. A distribuição espacial das precipitações mostrou as áreas potenciais à desertificação: sertões orientais de Santa Quitéria e de Independência. Os valores elevados de desvio padrão e coeficiente de variação mostram a grande variabilidade das precipitações. Em escala temporal, os anos mais secos foram mais frequentes.

Palavras-chave: Mudanças Climáticas; Semiárido; Indicadores; Ceará.

ABSTRACT:

In semi-arid lands of the state of Ceará, the rainfall deficiencies and frequency of droughts directly affect susceptible to desertification areas (SDA). Low rainfall accentuates semiaridity and water availability in environmental systems and planning of agricultural and subsistence activities.This study aimed to analyze the distribution and variability of rainfall as an indicator of desertification and vulnerability to droughts in the municipalities of Santa Quitéria and Independência. From the historical series, the evaluation considered the annual totals, calculations of standard deviation and coefficient of variation and the driest years. The precipitation data corresponded to a period of 15 years, obtained from stations located in the study areas. The analysis of the spatial distribution of rainfall was made based on the location, altimetry and annual totals of the stations by means of Inverse Distance Weighting (IDW), in Geographic Information System (GIS). The radar images of the Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) sensor were used for this. Rainfall variability was quantified by means of calculations of standard deviation and coefficient of variation. The years of drought were identified from rainfall values below the annual historical average. The spatial distribution of precipitation showed the potential areas for desertification: eastern depressions of Santa Quiteria and Independencia.The high values of standard deviation and coefficient of variation show the great variability of the precipitations. On a timescale, drier years were more frequent.

Keywords: Climate Change; Semi-arid; Indicators; Ceará.

[1]Universidade Federal do Ceará. erikagb2003@yahoo.com.br
[2]Universidade Federal do Ceará. vladia.ufc@gmail.com

ISSN: 1982 - 5528
D.O.I:1022411/rede2018.1203.01

1. INTRODUÇÃO

As Áreas Susceptíveis à Desertificação (ASD) no estado do Ceará se abrigam nos sertões semiáridos (Ceará, 2010). Estes espaços se caracterizam naturalmente pelas condições de irregularidade espaço-temporal das precipitações pluviométricas, elevadas temperaturas e de evapotranspiração (Ferreira; Melo, 2005).

Segundo a Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (CCD), a desertificação deve ser entendida como sendo a degradação da terra resultante de variações do clima e, das atividades humanas, ao fazerem uso inadequado dos recursos naturais, solos, água e vegetação (Brasil, 2004).

Do ponto de vista climático, os espaços semiáridos são definidos a partir da aridez, adotada como critério pela CCD (UNCCD, 1994). É estabelecida por meio do Índice de Aridez (I.A), segundo a quantidade de chuva (P) e da perda máxima de água pela evaporação e transpiração (ETP), ou a Evapotranspiração Potencial.

Além do índice de aridez somam-se como indicadores climáticos da desertificação: a incidência de seca, a distribuição das precipitações pluviométricas, e temperatura nas mais diversas escalas de análise (Oliveira; Semedo; Oliveira, 2014; Abraham; Salomón, 2006).

Sob à ótica da desertificação, Oliveira, Semedo e Oliveira (2014) destacam que as regiões áridas e semiáridas são impactadas por mudanças climáticas globais por possuírem baixos volumes pluviométricos, associados a uma distribuição irregular de chuvas.

Deste modo, o presente estudo objetivou analisar a distribuição espacial das precipitações pluviométricas dos municípios de Santa Quitéria e Independência, a partir dos totais anuais, da variabilidade anual, e sob a perspectiva de anos secos.

Os municípios em estudo estão inseridos em duas distintas Áreas Susceptíveis à Desertificação (ASD) no estado do Ceará: Santa Quitéria está integrado à ASD Irauçuba – Centro Norte, e Independência compõe a ASD Inhamuns (Ceará, 2010).

Nesta perspectiva, a análise da distribuição de chuvas é um dos indicadores climáticos de áreas propensas à desertificação para o semiárido do Ceará, uma vez que se reflete sobre a disponibilidade hídrica nos sistemas ambientais e no planejamento das atividades agropecuárias e de subsistência.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área de estudo

O município de Santa Quitéria está inserido na microrregião de Santa Quitéria, entre as coordenadas 40°12’34” WGr.; e 03°27’38” S, à noroeste do Ceará, a uma distância de 198 km em relação à capital, Fortaleza. Santa Quitéria possui 4260,5 km² de área territorial e população de 42.763 habitantes (Figura 1).

ISSN: 1982 - 5528
D.O.I:1022411/rede2018.1203.01

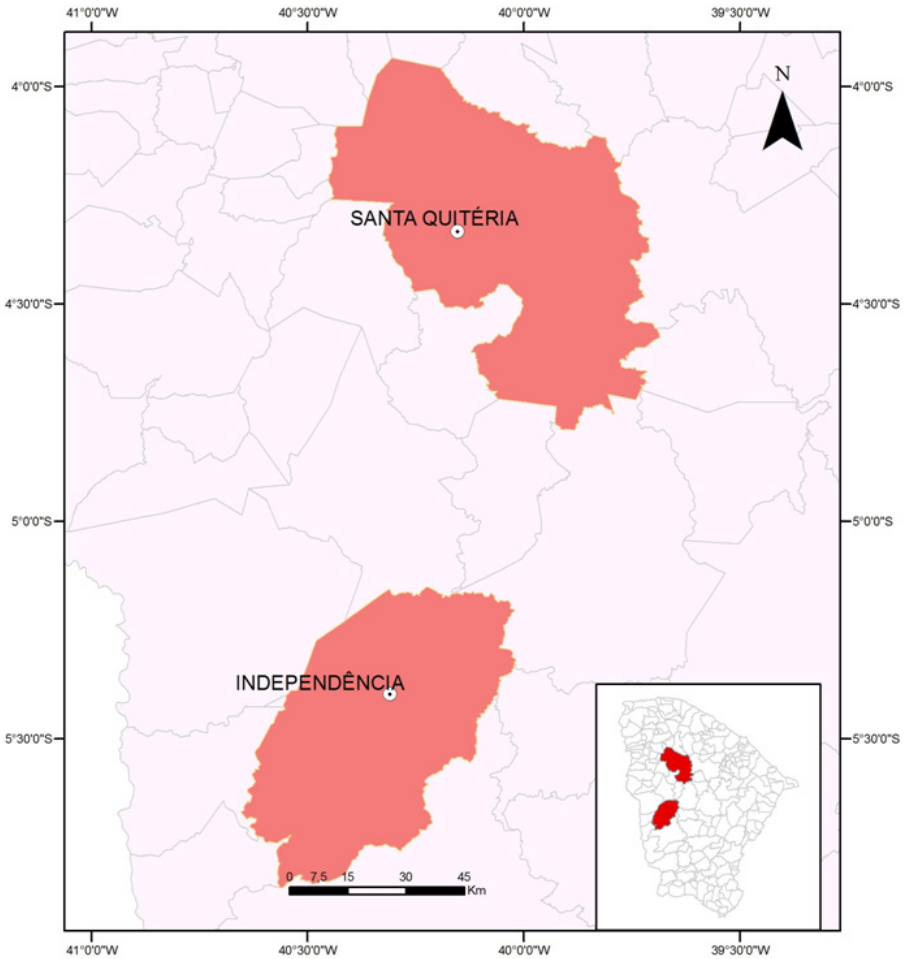

Figura 1: Localização da área de estudo. **Fonte:** Adaptado de Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.

Na microrregião dos Sertões de Crateús, Independência está localizada entre as coordenadas 40°45'32"WGr. e 04°54'00"S, na porção sudoeste do estado, abrangendo uma área de 3.218,7 km² e 25.573 habitantes (IPECE, 2017; IBGE, 2013a; 2013b).

No contexto geoambiental do Ceará proposto por Souza (2000), os municípios são constituídos pelos sistemas ambientais dos Sertões ocidentais do Planalto da Ibiapaba e de Crateús. São subsistemas: os Sertões do Acaraú e Coreaú; Sertões de Crateús; Cristas Residuais e Inselbergs; Serras Secas e Subúmidas; e as Planícies Ribeirinhas (Ceará, 2010).

Em termos geológicos, os municípios apresentam substrato rochoso regional composto por litologias metamórficas e ígneas arqueoproterozóicas do Complexo Ceará (Unidades Canindé e Independência), Complexo Cruzeta, Suíte Intrusiva Tamboril-Santa Quitéria, agregando-se também litologias da Suíte Intrusiva Meruoca, em Santa Quitéria. Os terrenos recentes do Quaternário são constituídos por areias, areias argilosas, argilas e cascalhos (Cavalcante et. al., 2003).

Os municípios apresentam condições climáticas plenas do Semiárido. Santa Quitéria apresenta média pluviométrica de 799,8 mm, enquanto Independência tem índice de 608,4 mm. A quadra chuvosa se concentra entre os meses de fevereiro a abril, mostrando-se reduzidas no segundo semestre. As temperaturas médias estão entre os 26 a 28°C, mantendo-se elevadas quase o ano inteiro (FUNCEME; IPECE, 2017).

O regime de chuvas e a ocorrência de secas na região NE são governados por sistemas atmosféricos de diferentes escalas, onde se destacam: 1) Eventos El Niño-Oscilação Sul (ENOS); 2) Temperatura da superfície do mar (TSM) na bacia do oceano Atlântico, Ventos Alísios, Pressão ao Nível do Mar (PNM); 3) Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) sobre o oceano Atlântico, 4) Frentes Frias, e 5) Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN) (Ferreira; Mello, 2005).

Em aspectos morfoestruturais, a compartimentação de relevo é feita pela Depressão Sertaneja e os Maci-

ços e Cristas Residuais (Souza, 2000). As depressões sertanejas são representadas por vastas superfícies pediplanadas e parcialmente dissecadas em colinas rasas. Em descontinuidade a estas superfícies, encontram-se cristas residuais, inselbergs e afloramentos de rochas.

Em Santa Quitéria, os Maciços Residuais estão representados pela Vertente Ocidental da Serra do Machado e Vertente Setentrional da Serra das Matas. A Vertente Ocidental da Serra da Pedra Branca assume a expressão do Domínio em Independência. As planícies fluviais são resultantes do trabalho de entalhe da drenagem dos rios (Souza, 2000).

O município de Santa Quitéria é drenado na quase totalidade pela bacia hidrográfica do Acaraú, com expressão das sub-bacias dos rios Groaíras, Jucurutu e Macacos. Em Independência, a drenagem é marcada pelos tributários que compõem a bacia do Alto Poti no território do estado do Ceará (COGERH, 2017).

Essas feições geomorfológicas são cobertas por classes de solos em associações tais como: Luvissolos Crômicos, Planossolos, Argissolos Vermelho-Amarelos, Neossolos Litólicos, Regolíticos e Flúvicos, além de afloramentos rochosos (Jacomine; Almeida; Medeiros, 1973).

A vegetação predominante é de Caatinga Arbustiva degradada, em zonas de agropecuária, agricultura de subsistência, pecuária extensiva, extrativismo vegetal e mineral (Ceará, 2010).

2.2 Precipitações Pluviométricas

Nesta análise foram utilizados os dados de 11 estações pluviométricas do Sistema de Informações Hidrológicas (HIDROWEB), da Agência Nacional de Águas (ANA, 2016). Estas estações foram selecionadas segundo o critério de disponibilidade de dados sequenciais (Quadro 1).

ESTAÇÃO	MUNICÍPIO	OPERAÇÃO	S	WGr	ALTITUDE
Independência	Independência	FUNCEME	-5° 23' 37"	-40° 18' 46"	341,2
Desejo	Independência	FUNCEME	-5° 29' 04"	-40° 25' 58"	339,8
Ematuba	Independência	FUNCEME	-5° 12' 06"	-40° 10' 40"	392,5
Iapi	Independência	FUNCEME	-5° 41' 36"	-40° 20' 55"	372,0
Jandrangoeiras	Independência	FUNCEME	-5° 29' 06"	-40° 12' 42"	381,4
Recife	Independência	FUNCEME	-5° 15' 02"	-40° 15' 50"	350,4
Santa Quitéria	Santa Quitéria	FUNCEME	-4° 20' 00"	-40° 09' 00"	196,4
Santa Rita dos Galdinos	Santa Quitéria	FUNCEME	-4° 19' 00"	-39° 49' 00"	313,2
Fazenda Paraná	Santa Quitéria	CPRM/ANA	-4° 05' 00"	-40° 07' 35"	158,4
Trapiá	Santa Quitéria	FUNCEME	-4° 11' 00"	-40° 19' 00"	148,4
Raimundo Martins	Santa Quitéria	FUNCEME	-4° 38' 00"	-40° 04' 00"	322,9

Quadro 1: Características das Estações Pluviométricas. **Fonte:** Adaptado de Agência Nacional de Águas – ANA

A série histórica analisada correspondeu a um período de 15 anos, entre os anos de 2001 a 2015. Para cada estação, os totais anuais das precipitações foram obtidos por meio da soma dos valores médios mensais.

Na série, os menores índices pluviométricos foram avaliados sob a perspectiva dos registros de seca do Monitor de Secas (ANA, 2017) e do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, Volume Ceará (CEPED, 2013).

Com a intenção de avaliar a variabilidade dos índices pluviométricos no período de análise, foi feito um tratamento estatístico onde se obteve o cálculo do desvio padrão e do coeficiente de variação (CV) (Thurman, 2012), em planilha Excel. Em análise similar realizada por Silveira (2015), o cálculo do coeficiente de variação (CV) foi realizado segundo a equação 1.

$$CV = \frac{\sigma}{X} * 100 \qquad (1)$$

Onde σ é o desvio padrão, e X é a média anual.

ISSN: 1982 - 5528
D.O.I:1022411/rede2018.1203.01

2.3 Análise Espacial das Precipitações Pluviométricas

Os dados vetoriais e matriciais foram tratados em software ArcGIS 10.4, licenciado para o Programa de Pós-graduação em Geografia, da Universidade Federal do Ceará. A cartografia de base foi constituída a partir dos limites da Malha Municipal e Localidades do Censo 2010 (IBGE, 2010) e sedes municipais (IBGE; IPECE, 2010).

Para modelagem das precipitações foi necessário a criação de arquivo digital das estações pluviométricas. Com base no posicionamento geográfico e altimetria foi criada uma camada de informação, em formato shapefile (.shp).

A validação da altimetria das estações foi realizada por meio de imagens do sensor Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), com refinamento de 30m, disponibilizadas pelo Projeto TOPODATA (INPE, 2017). Em fase posterior, essas imagens foram tratadas e reprojetadas para o Datum WGS84 UTM, Zona 24S.

A correlação dos valores de altitude dos postos foi realizada por meio da ferramenta 3D analyst, adicionando a informação altimétrica das imagens SRTM às coordenadas dos postos. Com a adição dos valores de altitude, foram adicionados aos atributos, as médias históricas pluviométricas.

Seguindo o procedimento proposto por Oliveira e Assis (2015), a distribuição espacial das precipitações foi estimada a partir do algoritmo de interpolação por Ponderação do Inverso da Distância, ou Inverse Distance Weighting (IDW), com definição de intervalos de 25 mm para o cálculo das isoietas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Distribuição Espacial das Precipitações Pluviométricas

A distribuição espacial das precipitações do município de Santa Quitéria pode ser observada na figura 2.

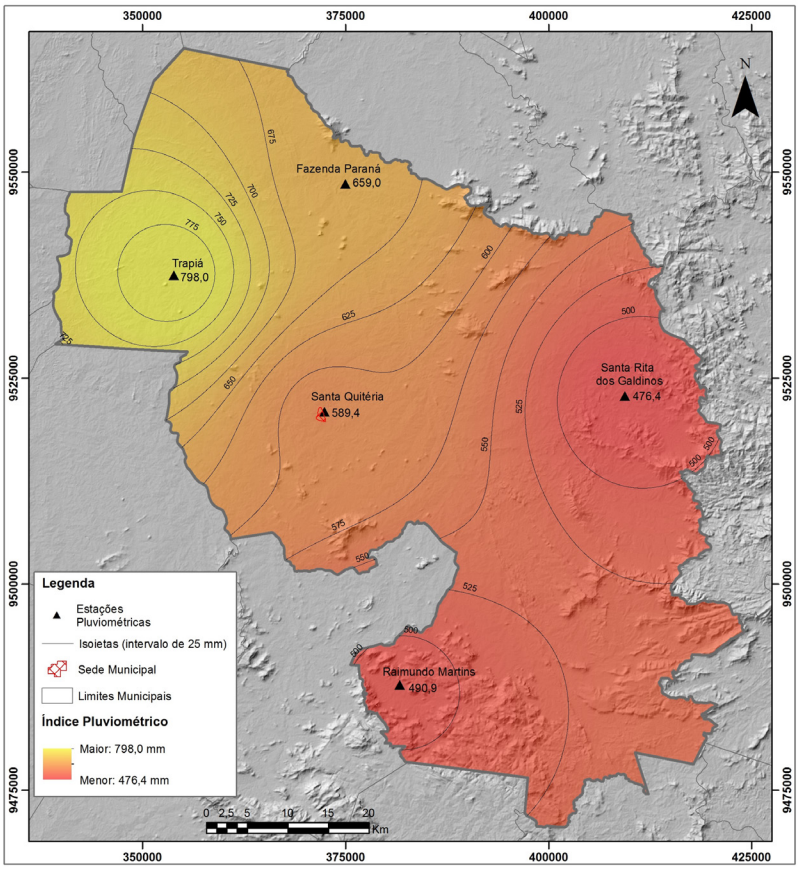

Figura 2: Distribuição das precipitações pluviométricas em Santa Quitéria - CE. **Fonte:** Elaborado pelos autores.

ISSN: 1982 - 5528
D.O.I:1022411/rede2018.1203.01

As estações Santa Rita dos Galdinos e Raimundo Martins apresentaram os menores índices pluviométricos, que variaram entre 476 a 491mm, respectivamente. A análise espacial das chuvas entre estas estações revelou uma diagonal mais seca devido ao posicionamento à sotavento das vertentes da Serra do Machado, mais ocidental, e da Serra das Matas, situada mais ao sul-sudoeste do município de Santa Quitéria.

A distribuição espacial das chuvas entre as demais estações apresentou certa variação entre os índices, em função das condições topográficas e da variabilidade anual. As estações Fazenda Paraná, Santa Quitéria e Trapiá estão localizadas na depressão sertaneja, em cotas inferiores a 200 m, distantes da influência direta de maciços residuais.

Os valores pluviométricos mais elevados foram obtidos das estações Trapiá, com 798mm, e Fazenda Paraná, onde as chuvas atingiram média histórica de 659mm. Os índices demonstram a distribuição irregular das precipitações em escala espacial no próprio sertão semiárido.

De 2001 a 2015, a frequência de chuvas na estação Santa Quitéria foi de apenas 589,4 mm, valor abaixo da normal pluviométrica estimada de 799 mm. Este índice representou uma diferença aproximada de 209mm. Essa variabilidade é atribuída a incidência de anos secos no decorrer da série histórica em discussão nos próximos tópicos.

Sob a ótica da distribuição espacial das precipitações, os sertões adjacentes às estações Santa Rita dos Galdinos, Raimundo Martins e Santa Quitéria são áreas potenciais à desertificação, devido a distribuição espacial irregular das chuvas, vulnerabilidade às secas, e condições topográficas localizadas.

Com base no posicionamento das estações no município de Independência, a distribuição das precipitações apresentou também variabilidade espacial Em Independência, as estações estão situadas nas depressões sertanejas, em cotas de 340 a 392 m, aproximadamente. As estações Jandrangoeiras, Ematuba e Iapi obtiveram os menores índices pluviométricos (Figura 3).

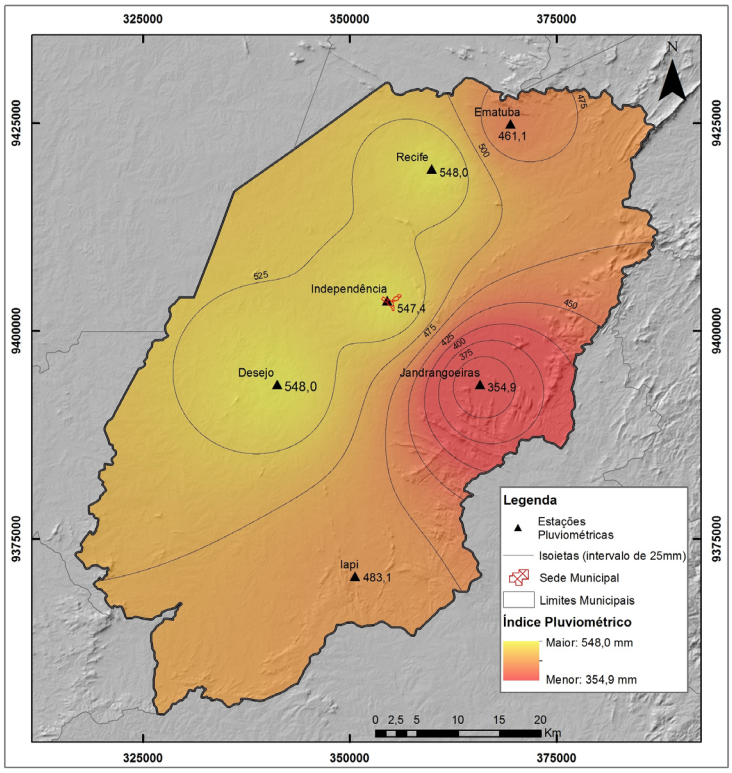

Figura 3: Distribuição das precipitações pluviométricas em Independência – CE. **Fonte:** Elaborado pelos autores.

Jandrangoeiras está situada a uma cota de 381m e apresentou a menor pluviometria de 354,9 mm. A partir da modelagem espacial foi observado que esse índice marcou um núcleo de aridez, aonde os volumes de chuva mostraram variação até 100mm.

A menor pluviometria pode ser atribuída ao posicionamento da estação à sotavento da vertente ocidental

ISSN: 1982 - 5528
D.O.I:1022411/rede2018.1203.01

da Serra da Pedra Branca, com altitude média de 600 mm, o que limita o avanço de massas de ar em direção aos sertões de Independência.

As estações Ematuba e Iapi definem uma segunda zona de semiaridez, onde os índices pluviométricos obtiveram valores de 461 e 483 mm, respectivamente. Ematuba está posicionada a uma cota de 392,5m, e é a maior altitude entre as estações, enquanto Iapi está a uma altitude de 372 m. Estas estações estão localizadas em pontos mais extremos do município, em sentido norte-sudeste de Independência.

A terceira zona é definida pelas estações Independência, Recife e Desejo, que estão situadas entre cotas de 340 a 350m. Entre as estações, os índices pluviométricos estiveram a uma média de 547,8 mm, o que releva uma certa homogeneidade, em função da proximidade entre estas.

A partir da análise espacial da semiaridez expressa pelos índices pluviométricos, as áreas predispostas à desertificação no município de Independência são as depressões sertanejas de Jandragoeiras, Ematuba e Iapi.

3.2 Variabilidade das Chuvas e Vulnerabilidade às Secas

A variabilidade dos índices pluviométricos foi avaliada a partir dos valores de desvio padrão e do coeficiente de variação (CV), em porcentagem. No quadro 2 é possível observar os valores correspondentes às 11 estações pluviométricas.

ESTAÇÃO	MÉDIA	σ	CV%
Independência	547,4	224,0	40,9
Desejo	548,0	289,3	52,8
Ematuba	461,1	218,9	47,5
Iapi	483,1	218,9	45,3
Jandrangoeiras	354,9	184,3	51,9
Recife	548,0	289,3	52,8
Santa Quitéria	589,4	226,8	38,5
Santa Rita dos Galdinos	476,4	282,8	59,4
Fazenda Paraná	659,0	319,9	48,5
Trapiá	798,1	353,9	44,3
Raimundo Martins	490,9	300,5	61,2

Quadro 2: Média Pluviométrica, Desvio Padrão e Coeficiente de Variação. **Fonte:** Elaborado pelos autores.

A análise do desvio padrão e CV das estações do município de Independência evidenciou a alta variabilidade anual das precipitações. Os valores mais baixos de CV se relacionam com as maiores médias de precipitação, e também uma maior homogeneidade dos dados, em função do desvio padrão.

Dentre as estações pluviométricas em Independência, a estação sede apresentou o menor CV (40,9%). Com o mesmo valor de desvio padrão, Ematuba e Iapi apresentaram CVs de 47,5% e 45,3%, respectivamente.

As estações Recife, Desejo e Jandrangoeiras obtiveram CV mais altos (52,8%; 52,8% e 51,9%). No entanto, Jandrangoeiras manteve a homogeneidade na dispersão dos dados em função de menor desvio padrão.

As estações Santa Quitéria e Trapiá apresentaram os menores valores de coeficiente de variação de 38,5%, 44,3%, respectivamente. Contudo, a estação Trapiá obteve o maior valor de desvio padrão, o que demonstra mais heterogeneidade de médias entre os anos observados.

A estação Raimundo Martins obteve o maior CV (61,2%), seguindo-se também da estação Santa Rita dos Galdinos (59,4%), que apresentaram os menores índices de precipitação.

Pode-se dizer que as estações que apresentaram médias de precipitação mais baixas apresentaram os maiores valores de CV, ou seja, apresentaram maior variabilidade das precipitações no interstício avaliado. Os maiores coeficientes estão associados aos menores índices de precipitação.

ISSN: 1982 - 5528
D.O.I:1022411/rede2018.1203.01

Verificou-se que todos as estações apresentaram valores muito elevados de desvio padrão e coeficiente de variação. A alta variabilidade anual das precipitações pluviométricas observadas nos municípios confirma a dinâmica singular da semiaridez no Ceará, considerando os grandes desvios em relação às normais pluviométricas (FUNCEME, 2003).

3.3 Anos mais secos

O parâmetro utilizado para classificação dos anos secos refere-se àqueles que apresentaram o índice pluviométrico abaixo da média histórica anual (CEPED, 2013; Oliveira, 2006; FUNCEME, 2003; Souza; Oliveira, 2002).

A avaliação dos menores índices pluviométricos anuais foi feita nas estações sede Santa Quitéria e Independência. De 2001 a 2015, os índices pluviométricos de Santa Quitéria mostraram-se abaixo da média histórica de 799,8 mm, com exceção dos anos de 2004 e 2009 (Gráfico 1).

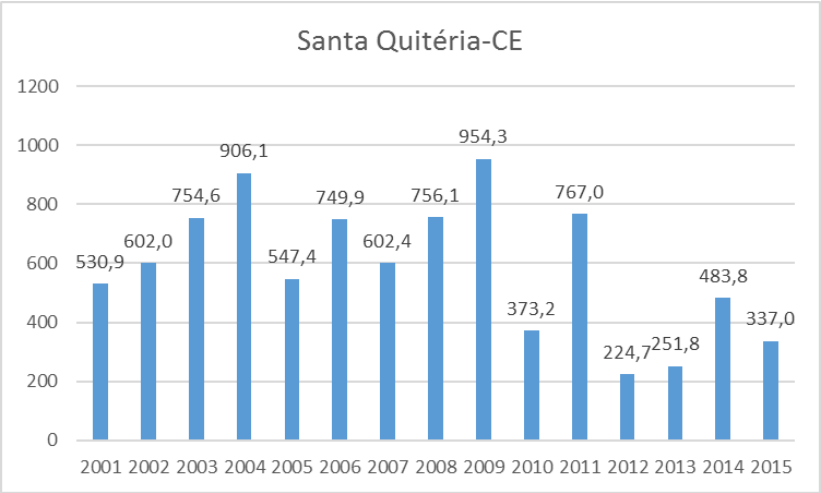

Gráfico 1: Precipitações Pluviométricas observadas em Santa Quitéria, no período de 2001 a 2015.
Fonte: Agência Nacional de Águas – ANA (2016)

As precipitações mostraram-se reduzidas no ano de 2001, 2005 e 2010. Porém, o período mais crítico é de 2012 a 2015, onde o menor índice observado foi de 224,7 mm, referente ao ano de 2012.

No gráfico 2 é possível acompanhar a variabilidade da pluviometria em Independência. Em análise dos totais anuais, verificou-se que na maioria dos anos observados, as chuvas estiveram abaixo da média histórica de 608,4 mm.

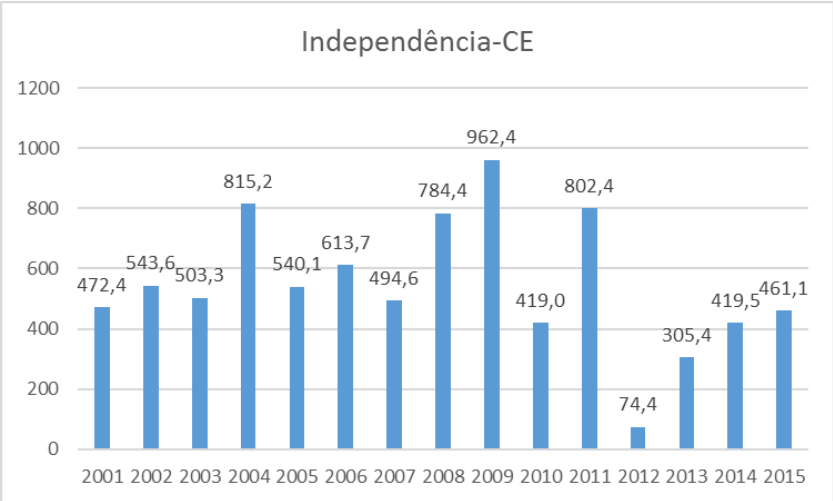

Gráfico 2: Precipitações Pluviométricas observadas em no período de 2001 a 2015.
Fonte: Agência Nacional de Águas – ANA (2016)

ISSN: 1982 - 5528
D.O.I:1022411/rede2018.1203.01

No período de análise, os anos mais críticos foram 2001, 2003, 2007, 2010, e ainda o período de 2012 a 2015, onde as precipitações anuais atingiram valores abaixo de 500 mm. No interstício de 2012 a 2015, o ano mais seco correspondeu a 2012, onde o índice pluviométrico foi de apenas 74,4mm. Ao comparar este índice à normal pluviométrica, percebe-se uma anomalia de mais 534 mm.

A partir dos resultados apresentados pelas estações sede dos municípios de estudo, pode-se averiguar que os anos de menor pluviometria corresponderam aos registros de seca que afetaram a região semiárida do Ceará e do Nordeste.

Segundo dados do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos apud CEPED (2013) a ocorrência de secas no ano de 2001 atribuiu-se à atuação de vórtices e cavados em altos níveis no interior do Nordeste e altas pressões sobre continente. Já no ano de 2002, a ação moderada do evento de El Niño influenciou as baixas precipitações. Entre os anos de 1991 a 2012, o estado do Ceará atingiu 1726 registros oficiais de eventos seca.

Com o agravamento da seca de 2012, o Monitor de Secas foi criado para avaliar a situação dos estados do Nordeste (ANA, 2017). Com base nos dados para o estado do Ceará, no interstício de 2003 a 2015, os municípios de Santa Quitéria e Independência apresentaram 20 e 16 registros de secas, respectivamente.

Em áreas susceptíveis à desertificação, a irregularidade e variabilidade precipitações e secas no espaço e no tempo agravam o déficit hídrico, comprometendo as condições socioeconômicas das populações das zonas rurais. Em 2012, Independência teve 97,36% de perda da produção agrícola de sequeiro, em relação à área plantada de 6764 hectares. Em 9715 hectares, Santa Quitéria perdeu 85,18% de sua safra anual (EMATERCE, 2012).

4. CONCLUSÕES

A modelagem da distribuição espacial permitiu uma caracterização das precipitações pluviométricas nos municípios de Santa Quitéria e Independência, em pleno domínio do clima semiárido no Estado do Ceará.

Com base na localização das estações e nos índices pluviométricos em série histórica, o modelo foi satisfatório ao indicar áreas com predisposição à desertificação no interior dos municípios de Santa Quitéria e Independência, em caráter preliminar. As áreas potenciais foram os sertões adjacentes às estações Santa Rita dos Galdinos, Raimundo Martins e Santa Quitéria. No município de Independência, as áreas mais propensas foram os sertões imediatos às estações Jandrangoeiras, Iapi e Ematuba.

As limitações ao modelo aplicado corresponderam à disponibilidade de um número pequeno de estações e o registro de dados de chuva em série histórica superior a 15 anos.

A alta variabilidade das precipitações e a frequência de secas evidenciaram a irregularidade das condições semiáridas expressas pelos elevados valores de desvio padrão, coeficiente de variação, e a quantidade de anos secos.

Sob à ótica de uma análise integrada, é imperativo agregar outros parâmetros climáticos como também socioeconômicos que possam se somar à análise dos efeitos da irregularidade das precipitações sobre a produtividade e degradação nas áreas mais susceptíveis à desertificação.

ISSN: 1982 - 5528
D.O.I:1022411/rede2018.1203.01

REFERÊNCIAS

ABRAHAM, E.M.; SALOMÓN, M. Indicadores y puntos de referencia dela desertificación utilizados em Argentina por diversos usuarios. In: Abraham, E.M.; Beekman, G.B. (editores). **Indicadores de la desertificación para América del Sur**. 1a. edición. Mendoza – Argentina, Proyecto LADA, 2006.

ANA, Agência Nacional de águas. **Monitor de Secas do Nordeste do Brasil**, 2017. Disponível em: http://monitordesecas.ana.gov.br. Acesso em: 29 jun. 2017.

ANA, Agência Nacional de águas. **Sistema de Informações Hidrológicas HIDROWEB**: séries históricas, 2016. Disponível em: http://www.snirh.gov.br/hidroweb/>. Acesso em: 02 nov. 2016.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **PAN-BRASIL, Plano de ação e combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca - Brasil**. Edição comemorativa da CCD. Brasília: Edições MMA, 2004.

CAVALCANTE, J. C.; VASCONCELOS, A. M.; MEDEIROS, M. DE F.; PAIVA, I. G. Mapa geológico do Estado do Ceará. In: **Atlas Digital de Geologia e Recursos Minerais do Ceará**. Fortaleza: CPRM, 2003. Escala:1.500.000. Disponível em <http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/2355>. Acesso em: 15 ago. 2016.

CEARÁ, Secretaria de Recursos Hídricos. **Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, PAE-CE**. Fortaleza: Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Recursos Hídricos, 2010.

CEPED, Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. Anuário brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2012. Volume Ceará. 2ª. ed. rev./ampl. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC/CEPED, 2013.

COGERH, Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Ceará. **Bacias hidrográficas**, 2017. Disponível em: http://www.cogerh.ce.gov.br. Acesso em 18 jan. 2017.

EMATERCE, Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará. **Relatório da situação da safra por município / distrito – 2012**. Fortaleza: EMATERCE/SDA/Governo do Estado do Ceará, 2012.

FERREIRA, A. G.; MELLO, N. G. DA 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**, Volume 1, número (1), 2005.

FUNCEME, Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos; IPECE, Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Precipitações Pluviométricas, segundo os municípios. In: **Anuário Estatístico do Ceará 2016**. Fortaleza: IPECE, 2017. Disponível em: http:www.ipece.ce.gov.br. Acesso em: 15 jun. 2017.

FUNCEME, Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Redimensionamento da Região Semi-árida, Estado do Ceará**. Fortaleza: FUNCEME/DERAM, 2003.

IBGE, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Malha municipal (Censo 2010), 2010. Disponível em: http://www.ibge.gov.br. Acesso em: 02 set. 2016.

_____. Infográficos: **dados gerais do município**. Santa Quitéria, 2013a. Disponível em: http://www.cidades.ibge.gov.br. Acesso em: 09 abr. 2017.

_____. Infográficos: **dados gerais do município**. Independência, 2013b. Disponível em: http://www.cidades.ibge.gov.br. Acesso em: 09 abr. 2017.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **TOPODATA**: Banco de dados geomorfométricos do Brasil, 2017. Disponível em <www.dsr.inpe.br/topodata/>. Acesso em 29 jul. 2016.

IPECE, Instituto de Pesquisa e Estatística do Ceará. **Anuário Estatístico do Ceará 2016**. Fortaleza: IPECE, 2017.

JACOMINE, P. K. T.; ALMEIDA, J. A.; MEDEIROS, L. A. R. Levantamento exploratório - reconhecimento de solos do Estado do Ceará. Recife: Convênio de Mapeamento de Solos MA/DNPEA-SUDENE/DRN; Convênio MA/CONTAP/USAID/ETA. **Boletim Técnico** n.28, Série Pedologia n.16, volume I, 1973.

OLIVEIRA, D. E.; ASSIS, D. C. Distribuição espacial da sazonalidade nos tipos de tempo para a bacia do Rio Preto-MG/RJ, com a utilização de SIG. In: **Anais da XI Encontro Nacional da ANPEGE - ENANPEGE**, Presidente Prudente – SP, de 9 a 12 out. 2015. ISSN 2175-8875. Disponível em <http:www.enanpege.ggf.br/2015>. Acesso em 03 jul. 2017.

OLIVEIRA, V. P. V. de. A problemática da degradação dos recursos naturais no domínio dos sertões secos do Estado do Ceará-Brasil. In: Silva, J.B. da; Dantas, E.W.C.; Zanella, M.E.; Meireles, A.J. de A. (orgs.). **Litoral e Sertão, natureza e sociedade no nordeste brasileiro**. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2006.

_____; Semedo, J.M.; Oliveira, H.P.V. de. Análisis comparativo de los indicadores P geobiofísicos de desertificación de la isla de Santiago-Cabo Verde (África) y en la región de los Inhamuns (Ceará-Brasil). Lima - Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina. **Revista Zonas Áridas,** n.15, v.2, 2014. p.226-243

SOUZA, M. J. N. de. Bases Naturais e Esboço do Zoneamento Geoambiental do Estado do Ceará. In: LIMA, L.C.; MORAIS, J.O. DE; SOUZA, M. J. N. DE. **Compartimentação Territorial e Gestão Regional do Ceará**. Fortaleza: FUNECE, 2000. 268p.

SOUZA, M. J. N; OLIVEIRA, V. P. V. Semi-Árido do Nordeste do Brasil e o fenômeno da seca. In: HUBP, J.L; INBAR, M. (org). **Desastres Naturales en América Latina**. Primera edición. México: Fondo de Cultura Econômica, 2002.

THURMAN, P. W. **Estatística**. São Paulo: Saraiva, 2012. 232 p.

UNCCD, United Nations Convention to Combat Desertification. **Elaboracción de una Convención Internacional de Lucha Contra La Desertificación en los países afectados por sequía grave o desertificación en particular en África**. Texto final de la Conveción: Doc. A/AC.241/27, 1994. Disponível em: <http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/conventionText/conv-spa.pdf