

A contribuição da técnica dos quantis na identificação de extremos de chuva e de uma metodologia para detectar situações de desastre natural no semiárido cearense

The collaboration of the quantiles technique to the identification of extreme rainfall and an approach to detect natural disaster situations in the semi-arid region of Ceará

Jander Barbosa Monteiro
Universidade Estadual Vale do Acaraú -UVA
jander_monteiro@uvanet.br

Maria Elisa Zanella
Universidade Federal do Ceará -UFC
elisazv@terra.com.br

Daniel Rodriguez de Carvalho Pinheiro
Universidade Estadual do Ceará - UECE
daniel@uece.br

RESUMO

Os desastres naturais ocasionados por estiagens têm causado impactos diversos na região Nordeste do Brasil. No Estado do Ceará, este fenômeno ocorre com frequência nas áreas influenciadas pelo clima semiárido, caracterizado por possuir elevadas temperaturas e chuvas escassas e irregulares no decorrer do ano. O objetivo deste artigo foi analisar o comportamento da chuva no Sertão cearense através de uma técnica estatística (quantis) que permite identificar um determinado evento climático em uma região semiárida como normal ou extremo e propor uma definição operacional de desastre natural que possibilita uma melhor orientação para prevenções e respostas a desastres. Para contemplar tais objetivos, foram realizadas consultas a informações qualificadas em órgãos relacionados à temática, revisões bibliográficas de conceitos como desastre, risco, ameaça e vulnerabilidade, utilização de metodologias presentes em banco de dados e a técnica estatística dos *quantis* que permitiu a análise do comportamento da chuva na região. A descrição geográfica quantílica revelou com razoável clareza operacional a semiaridez da região e os inúmeros decretos de situação de emergência certamente são fortes indícios de que no Sertão cearense habitam pessoas com alto grau de vulnerabilidade social e que apresentam dificuldades para se recuperar de um desastre natural.

Palavras-chave: Desastre; Estiagem; Semiárido; Quantis; Vulnerabilidade

ABSTRACT

Natural disasters caused by droughts have caused different impacts in many places of northeastern Brazil. In Ceará State, this phenomenon occurs frequently in areas influenced by the semi-arid climate, characterized by high temperatures and irregular rain season during all the year. The purpose of this article was to analyze the behavior of rainfall in the backwoods region of Ceará through a statistical technique (quantiles) that allows identifying a particular weather event in a semiarid region as normal or extreme and propose an operational definition of natural disaster that permit a better guidance for prevention and disaster responses. To look on these objectives, information consultations were realized in qualified parts related to the topic, bibliographic reviews of concepts such as disaster threat, risk and vulnerability, use of methodologies present in the database and the statistical technique of *quantiles* allowing behavior analysis rain in the region. The geographical description revealed with reasonable

clarity the operating semi-arid of the region and the numerous emergency decrees are certainly strong evidence that the Ceará countryside reside people with the most high social vulnerability and that present difficulties to recover a natural disaster.

Keywords: Disaster; Drought; Semiarid; Quantis; Vulnerability.

Introdução

Nas últimas décadas, os eventos extremos têm causado inúmeros impactos em diversos municípios brasileiros. Estes podem ocorrer de diferentes formas, como: ondas de calor, estiagens, inundações, deslizamentos, vendavais, dentre outros.

As estiagens, as inundações e os deslizamentos são os desastres naturais mais recorrentes no Brasil e ocasionam diversos impactos. Estes podem encontrar forte relação com a exposição da população a determinados tipos de riscos onde situações de vulnerabilidade, cada vez mais presentes em diversas cidades brasileiras, potencializam os danos decorrentes de desastres naturais.

As estiagens são verificadas com maior intensidade geralmente em áreas onde o clima tropical semiárido predomina. Este tipo climático abrange grande parte do Nordeste brasileiro, na área de depressão sertaneja e avança até o norte do Estado de Minas Gerais. Apresenta uma pluviosidade baixa (cerca de 500 a 700 mm anuais), temperaturas elevadas, chuvas irregulares e uma estação seca que pode perdurar por até 11 meses (ZANELLA, 2007).

Além disso, fatores regionais também podem influenciar neste tipo climático, como o subafloramento de rochas impermeáveis (dificultando a infiltração da água no solo e aumentando a evaporação), a disposição do relevo (que barra os ventos úmidos vindos do oceano), dentre outros fatores.

Diversos municípios do Estado do Ceará encontram-se inseridos neste ambiente semiárido que apresenta chuvas escassas e irregulares, geralmente concentradas no quadrimestre chuvoso fevereiro-maio. No entanto, mesmo nestes ambientes semiáridos podem ser verificados acumulados expressivos em alguns anos, em virtude da atuação de sistemas atmosféricos importantes que influenciam na ocorrência de chuvas nesse período, evidenciando o binômio seca-enchente característico dessa região.

A Zona de Convergência Intertropical – ZCIT é o sistema atmosférico mais importante que acaba por definir o quão abundante serão (ou não) as chuvas em um determinado ano, atuando de modo mais expressivo a partir de meados do verão e atingindo sua posição

mais meridional no outono. Seu deslocamento está relacionado aos padrões de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) sobre o Oceano Atlântico Tropical. Quando as temperaturas se elevam no Atlântico Sul, a ZCIT se desloca para porções mais meridionais e se posiciona nas áreas onde as águas encontram-se mais aquecidas (FERREIRA; MELLO, 2005).

Quando ocorrem secas e inundações de grandes proporções, tais episódios caracterizam-se como eventos extremos e geralmente influenciam na ocorrência de desastres naturais no Estado do Ceará. Porém, há que se destacar a dificuldade em se definir, de forma objetiva períodos secos e chuvosos, além de reconhecer uma situação de desastre natural de forma mais operacional (como o intuito de identificar situações de desastre).

Tradicionalmente se usa a média aritmética histórica simples das regiões semiáridas brasileiras para descrever a estação de chuvas. Fala-se em chuvas abaixo ou acima da média histórica etc. Isso não está equivocado, de certa forma. Porém, esta escolha não foi aqui realizada.

No intuito de contribuir para este debate entorno do desastre natural, este artigo objetivou analisar o comportamento da chuva no Sertão cearense através de uma técnica estatística (quantis) que permite identificar um determinado evento climático em uma região semiárida como normal ou extremo e propor uma definição operacional de desastre natural que possibilita uma melhor orientação para prevenções e respostas a desastres.

Ao invés de médias aritméticas simples, foi utilizada uma escala quantílica (resultante da aplicação da técnica estatística dos quantis) de cinco intervalos: estação muito seca, seca, normal, chuvosa e estação muito chuvosa, que permite um tratamento mais coerente na identificação de eventos extremos. Na aplicação da Técnica estatística e da metodologia operacional para identificar situações de desastre, utilizou-se como unidade de análise a Região Pluviometricamente Homogênea do Sertão Central e Inhamuns, de acordo com a regionalização proposta por Xavier *et al.* (2007) e utilizada pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - FUNCEME. Esta região é constantemente assolada por fenômenos de secas, apresenta os menores registros de pluviosidade do Estado e uma população, em grande parte, vulnerável a eventos extremos de chuva, como estiagens e inundações.

Isso produziu uma descrição útil e operacional da quadra chuvosa do Ceará, um estado que possui uma grande parcela do seu território situado no semiárido brasileiro. Afinal, definir um determinado evento como desastre natural e compreender o comportamento da chuva no Estado é uma ação fundamental que antecede, inclusive, a tomada de medidas

preventivas e emergenciais no intuito de minimizar os impactos provenientes de desastres naturais.

Do ponto de vista epistemológico, a construção deste artigo parte do convencimento de que o conhecimento científico distingue-se do conhecimento popular, entre outras coisas, porque é teórico. E uma teoria que se comprometa com a prática deve ter definições e conceitos claros e precisos.

Risco, ameaça e vulnerabilidade: conceitos básicos para o entendimento de desastres naturais.

Para compreender, do ponto de vista teórico, um desastre natural, pelo menos três conceitos básicos devem ser compreendidos: risco, ameaça e vulnerabilidade. Afinal, se estes não forem corretamente definidos, mais confundem que esclarecem o entendimento de um desastre natural.

O risco pode ser compreendido como algo que se refere ao futuro e não há existência objetiva para ele (ADAMS, 2009). Este é entendido como a representação de uma ameaça (esperança matemática de ocorrer um desastre x sentimento de insegurança) que afetam determinados alvos e que constituem indicadores de vulnerabilidade. Ou seja, pode-se dizer que há uma alta situação de risco de desastre se um ou mais fenômenos naturais perigosos (episódio pluviométrico concentrado, estiagem, furacão etc.) ocorrem em situações vulneráveis.

Esta vulnerabilidade encontra-se diretamente relacionada com grupos vulneráveis que, por determinadas contingências, são menos propensos a uma resposta positiva frente à ocorrência de algum fenômeno adverso (DESCHAMPS, 2004) e constitui um elemento importante na constituição de uma situação de risco.

Já o desastre natural pode ser compreendido justamente como a correlação entre o fenômeno natural perigoso (terremoto, estiagem, chuva torrencial etc.) e determinadas condições socioeconômicas e físicas vulneráveis, tais como: habitações com infraestrutura precária, situação econômica deficiente, área instável do ponto de vista físico-natural, dentre outros (CARDONA, 1993).

O próprio termo desastre natural é muitas vezes utilizado de forma desmedida e excessiva pelos meios de comunicação (mídia eletrônica e impressa). Nestes meios costuma-se atrelar o desastre natural a uma grande desgraça ou fatalidade (acontecimento imprevisível, inevitável, marcado pelo destino), muitas vezes utilizando o termo catástrofe (grande desgraça).

De forma equivocada, o desastre natural foi compreendido como uma fatalidade ou acontecimento casual proveniente de alguma força natural ou sobrenatural poderosa que atua de forma irremediável contra os seres humanos (MENDONÇA, 2010; LAVELL; FRANCO, 1996; CARDONA, 2001). Catástrofe é um termo que representa certo exagero e tal concepção deve ser evitada, pois não considera outras variáveis no entendimento dos desastres naturais e que são de suma relevância, tais como a vulnerabilidade e a resiliência aos fenômenos naturais extremos.

Esses fenômenos decorrem, basicamente, da dinâmica natural do planeta. Eles precisam ser exorcizados do sensacionalismo engendrado pela mídia quando da divulgação de suas manifestações. Nestas ocasiões, seria muito interessante e construtivo abordar os problemas consequentes à falta de planejamento e orientação nos assentamentos urbano-industriais e rurais, fato marcante quando se observa, principalmente nos países não desenvolvidos, a supervalorização do planejamento econômico em detrimento do planejamento social (MENDONÇA, 2010, p.13).

Afinal, a ocorrência de um fenômeno natural não provoca necessariamente um desastre natural. Estes dois termos não podem ser considerados sinônimos. Um fenômeno natural só é considerado desastre se este provoca danos materiais ou humanos consideráveis em uma área afetada. Ou seja, o desastre produz um desajuste, uma quebra da normalidade. Porém, quando acaba a normalidade e inicia o desastre?

Compreender o desastre natural apenas sob uma concepção teórica pode dificultar a tomada de medidas mitigatórias. Assim, a adoção de metodologias, como a proposta no banco de dados EM-DAT, pode contribuir na tomada de medidas que minimizem os impactos provenientes de desastres naturais, atuando de forma mais eficaz na resposta frente à ocorrência dos mesmos.

Tal escolha pode fazer sentido quando se observa o impacto de um fenômeno natural extremo. Pois, ainda que se leve em consideração o fato de que os fenômenos naturais extremos causaram e sempre irão causar impactos nos locais onde ocorrem, não é coerente considerar uma chuva torrencial, por exemplo, como desastrosa devido às erosões que esta pode ocasionar na paisagem natural. Esta só será considerada como desastre natural se provocar danos materiais e/ou humanos nas áreas afetadas por tal chuva.

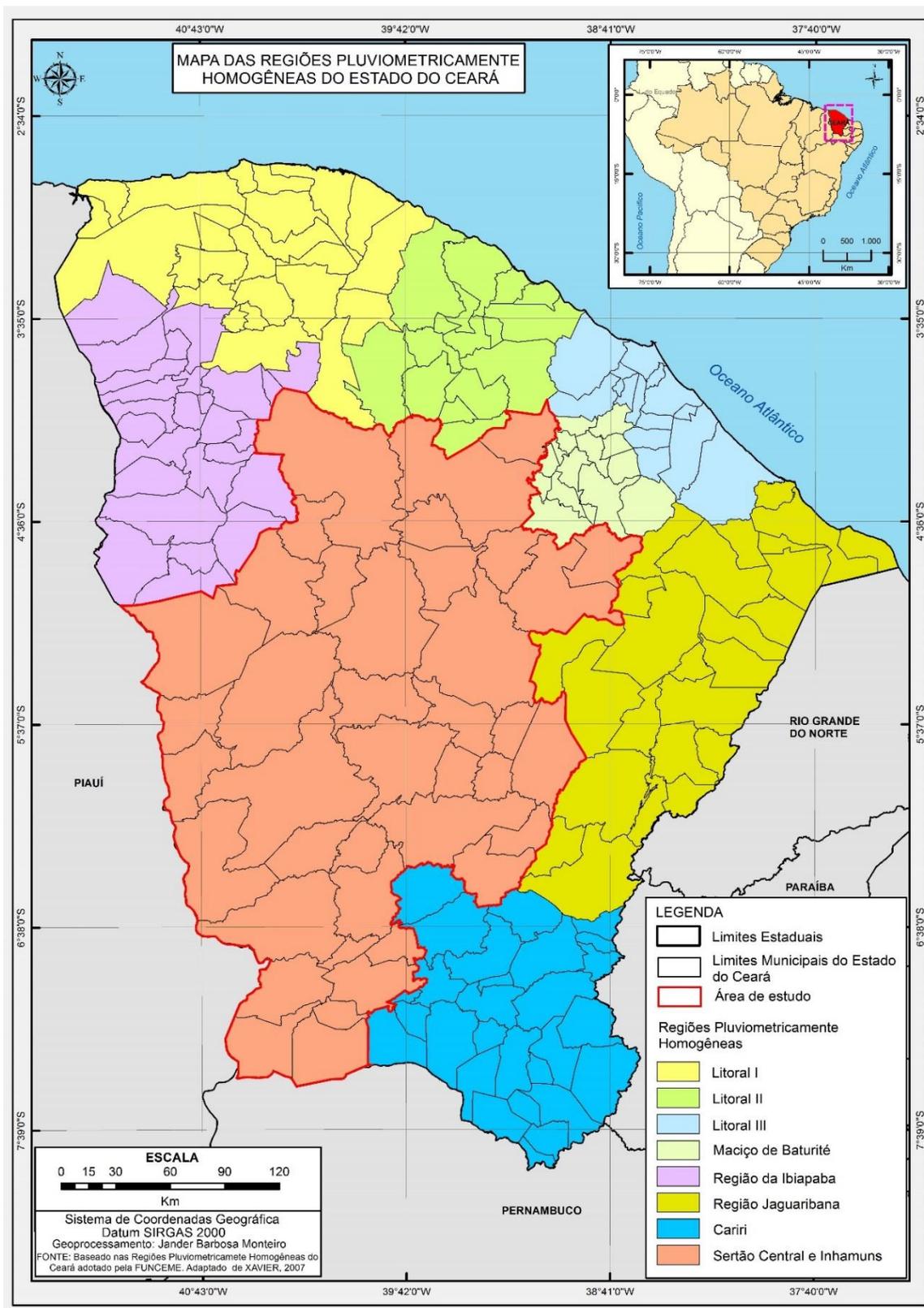
Os quantis e a metodologia do banco de dados EM-DAT no estudo de eventos extremos e desastres naturais

A técnica estatística dos quantis (XAVIER et. al., 2007) e a metodologia do banco de dados *EM-DAT* (CRED CRUNCH, 2005) foram utilizadas com o intuito de contemplar os objetivos desta investigação. A primeira subsidiou análises do comportamento da chuva no Estado e identificação de períodos secos e chuvosos, enquanto que a segunda permitiu identificar, de forma objetiva/operacional, situações de desastre em municípios localizados no semiárido cearense.

Para proceder com os cálculos estatísticos (técnica dos quantis) e aplicação da metodologia do EM-DAT, foi selecionada uma região do Estado do Ceará que integra quarenta municípios situados em ambiente semiárido, de acordo com a regionalização proposta por Terezinha Xavier (2001) e utilizada pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME, que considera oito Regiões Pluviometricamente Homogêneas no Estado do Ceará.

Assim, de acordo com esta regionalização, foram considerados apenas aqueles municípios que integram a Região Pluviometricamente Homogênea denominada Sertão Central e Inhamuns, a maior região em termos de área e quantidade de municípios (Figura 1). O comportamento da chuva foi analisado segundo a técnica estatística dos quantis, no intuito de verificar a ocorrência de anos secos e chuvosos em uma série histórica de 34 anos (1980-2013) na RPH Sertão Central e Inhamuns. Para compreender como esta técnica foi aplicada, admita-se que a chuva em um determinado local, acumulada em certo intervalo do ano (mês, bimestre, trimestre, semestre, etc.), com respeito a anos consecutivos, possa ser representada em termos por uma variável aleatória contínua X . Assim, a sua altura ficará compreendida entre dois limites que serão escolhidos.

Figura 1. Regiões Pluviometricamente Homogêneas do Estado do Ceará



Uma interpretação simples para o quantil é a seguinte: supondo que a probabilidade p é expressa em termos percentuais, espera-se que em p (%) dos anos a medida da chuva X não deve ultrapassar o valor desse quantil Q_p , em milímetros, enquanto que para $(100 - p)$ % dos anos tal valor será excedido. Por exemplo, para as ordens quantílicas $p = 0,25; 0,50$ e $0,75$ (25%, 50% e 75%), os quantis respectivos são os quartis, ou $Q(0,25)$, $Q(0,50)$ e $Q(0,75)$. Assim, teríamos uma divisão em três classes.

Para estabelecer as classes, foi utilizada a mesma divisão que Pinkayan (1966) utilizou em seu trabalho, uma divisão em 5 classes: Muito Seco, Seco, Normal, Chuvoso e Muito Chuvoso. Estas são representadas pelos seus respectivos quantis $Q(0,15)$, $Q(0,35)$, $Q(0,50)$, $Q(0,65)$ e $Q(0,85)$. As classes extremas (muito seco e muito chuvoso), dessa forma, apresentam um intervalo relativamente menor (apenas 15%), o que permite um tratamento matemático mais coerente e confiável que leva em consideração uma distribuição normal, enquanto que a classe normal apresenta o maior intervalo (30%).

A observação foi feita para o total acumulado de chuva no período denominado de quadrimestre chuvoso no Estado¹ para cada ano da série histórica. Os postos pluviométricos selecionados foram aqueles que apresentavam informações em todos os anos da série histórica, totalizando 29² de um total de 40 postos que poderiam ser selecionados.

Os totais acumulados de cada município no período do quadrimestre chuvoso foram agrupados em uma tabela para a obtenção da média de cada ano dos postos selecionados na RPH Sertão Central e Inhamuns. Paralelamente, foram calculados os quantis da RPH, no intuito de definir os valores (em mm) para cada uma das classes utilizadas. A fórmula para a obtenção do quantil é a seguinte: $Q(P) = y_i + \{[P - P_i] / [P_{i+1} - P_i]\} * [y_{i+1} - y_i]$.³

No intuito de identificar possíveis eventos como desastre natural foram utilizadas as informações da Defesa Civil do Estado do Ceará, no período de 2003 a 2013 (anos em que foram encontradas informações registradas pelo órgão).

Para detectar desastres naturais nos municípios, os impactos dos eventos extremos foram analisados através de dois dos quatro critérios estabelecidos pelo banco de dados *EM-DAT* (desenvolvido e administrado pelo *Centre for Research on the Epidemiology of Disasters*

¹ Período entre os meses de fevereiro e maio, correspondendo aos meses mais chuvosos do ano e onde se dá a atuação da Zona de Convergência Intertropical, o principal sistema atmosférico causador de chuvas no setor norte da Região Nordeste do Brasil.

² Postos localizados nas sedes dos municípios.

³ $Q(P)$ = Quantil (Ex: $Q(0,25)$ é o quantil que corresponde à ordem quantílica $P = 0,25$), i = número de ordem para cada valor (ordenar de forma crescente), y = valor correspondente a cada número de ordem i (no caso, seria o total pluviométrico em mm), P_i = Ordem quantílica ($P_i = i / (N + 1)$) e N = Número de elementos da série.

da Universidade de Louvain na Bélgica) para decretar um determinado evento como desastre natural.

O banco de dados *EM-DAT* utiliza uma metodologia simples para identificar um determinado evento como desastre natural, onde quatro situações são verificadas: a) 10 ou mais mortes; b) 100 ou mais pessoas atingidas; c) decreto de situação de emergência d) pedido de assistência internacional. Se apenas uma destas situações ocorrer, o evento é decretado como desastre natural. Neste artigo foram considerados dois destes critérios: 100 ou mais pessoas atingidas e decreto de situação de emergência/estado de calamidade pública⁴.

Para facilitar a observação do comportamento da chuva e das classes quantílicas, foi confeccionada uma régua quantílica para a RPH Sertão Central e Inhamuns. Em seguida, foram confeccionadas tabelas para detalhar a classificação de cada ano da série histórica, após a aplicação da técnica dos quantis, bem como identificar se nos municípios houve sinais de desastres naturais por estiagens ou inundações.

Desastres naturais na RPH Sertão Central e Inhamuns

Grande parte da área do Estado do Ceará encontra-se localizada nos domínios do clima tropical semiárido, caracterizado por um período chuvoso curto e irregular, com estiagens prolongadas após o quadrimestre chuvoso. A disponibilidade de água agrava-se ainda mais devido as elevadas taxas de evaporação, a ocorrência de rochas cristalinas (que dificultam a infiltração da água no solo) e o caráter temporário dos rios. Há também anos em que a precipitação ocorre de forma intensa no período chuvoso, podendo impactar municípios e populações vulneráveis.

Por meio da técnica dos quantis foi possível verificar o comportamento da chuva em diferentes regiões do Estado, identificando se naquele período em análise observou-se um déficit no volume de chuva (estiagem) ou um grande acumulado de chuva.

No entanto, quando comparados os volumes de água acumulados no mesmo período em regiões pluviométricas diferentes do Estado, observa-se grande disparidade quanto à classificação de anos secos e chuvosos. Afinal, cada Região Pluviometricamente Homogênea - RPH apresenta particularidades, com um comportamento da chuva diferenciado. Ou seja,

⁴ As informações de decretos de situação de emergência ou estado de calamidade pública só foram disponibilizadas pela Defesa Civil do Estado do ano de 2003 a 2013.

enquanto 600 mm de chuva podem representar um período chuvoso para a RPH Sertão Central e Inhamuns, para a RPH Litoral 3 (que compreende o litoral de Fortaleza, com postos entre Caucaia e Beberibe) este mesmo acumulado de chuva representaria um ano seco.

Assim, fica perceptível que os acumulados de chuva na RPH Sertão Central e Inhamuns não são muito expressivos. Porém, respeitando esta particularidade da região, a técnica dos quantis possibilitou analisar se as chuvas em um determinado período do ano estão abaixo, acima ou dentro da normalidade, através dos quantis obtidos (Tabela 1).

Tabela 1: Classes de chuva, intervalos em milímetros estabelecidos entre os quantis e a variável observada (X_i) para o quadrimestre chuvoso (fevereiro-maio) na RPH Sertão Central e Inhamuns

| Classes de chuva | Intervalos entre quantis | Intervalos em milímetros (acumulado) |
|--------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| Muito Seco (MS) | $X_i \leq Q(0,15)$ | $X_i \leq 291,2$ mm |
| Seco (S) | $Q(0,15) < X_i \leq Q(0,35)$ | $291,2$ mm < $X_i \leq 415,2$ mm |
| Normal (N) | $Q(0,35) < X_i < Q(0,65)$ | $415,2$ mm < $X_i < 531,2$ mm |
| Chuvoso (C) | $Q(0,65) \leq X_i < Q(0,85)$ | $531,2$ mm $\leq X_i < 725,3$ mm |
| Muito Chuvoso (MC) | $X_i \geq Q(0,85)$ | $X_i \geq 725,3$ mm |

Após a aplicação da técnica é possível verificar que a maior parte dos anos são classificados dentro da classe normal, a qual apresenta o maior intervalo (cerca de 30% das observações) quando analisados os quantis que foram arbitrariamente escolhidos (Tabela 2).

Tabela 2: Classificação dos anos da série histórica de acordo com o acumulado no quadrimestre chuvoso

| Ano | Acumulado (média em mm) | Classificação | Ano | Acumulado (média em mm) | Classificação |
|------|-------------------------------|---------------|------|-------------------------------|---------------|
| 1980 | 442,0 | Normal | 1997 | 540,1 | Chuvoso |
| 1981 | 443,2 | Normal | 1998 | 239,3 | Muito seco |
| 1982 | 408,7 | Seco | 1999 | 485,1 | Normal |
| 1983 | 290,8 | Muito seco | 2000 | 504,8 | Normal |
| 1984 | 730,7 | Muito chuvoso | 2001 | 375,9 | Seco |
| 1985 | 1096,5 | Muito chuvoso | 2002 | 410,0 | Seco |
| 1986 | 773,3 | Muito chuvoso | 2003 | 531,4 | Chuvoso |
| 1987 | 418,4 | Normal | 2004 | 470,6 | Normal |
| 1988 | 610,3 | Chuvoso | 2005 | 414,1 | Seco |
| 1989 | 748,9 | Muito chuvoso | 2006 | 521,6 | Normal |
| 1990 | 394,9 | Seco | 2007 | 530,8 | Normal |
| 1991 | 450,4 | Normal | 2008 | 708,6 | Chuvoso |
| 1992 | 382,2 | Seco | 2009 | 749,9 | Muito chuvoso |
| 1993 | 267,9 | Muito seco | 2010 | 292,8 | Seco |
| 1994 | 507,3 | Normal | 2011 | 590,3 | Chuvoso |
| 1995 | 620,3 | Chuvoso | 2012 | 220,4 | Muito seco |
| 1996 | 606,1 | Chuvoso | 2013 | 281,7 | Muito seco |

Há indícios que as Temperaturas da Superfície do Mar - TSM no Oceano Pacífico Equatorial podem influenciar no comportamento da chuva do Estado do Ceará no quadrimestre fevereiro-maio. Realmente, observou-se que em alguns anos de ocorrência do El niño (aquecimento anormal da TSM no Pacífico Equatorial) foi verificado um déficit de chuvas no Estado (caso dos anos de 1983, 1993 e 1998), enquanto que em alguns anos de ocorrência de La niña (resfriamento anormal da TSM no Pacífico Equatorial) foram verificadas chuvas acima da normal no Ceará (caso dos anos de 1989 e 2009).

No entanto, Xavier (2001) também destaca que a TSM do Oceano Atlântico Tropical oferece prognósticos mais confiáveis quando se deseja analisar o posicionamento da ZCIT e o comportamento da chuva no Estado no período de fevereiro a maio. Afinal, o posicionamento da ZCIT acaba por influenciar diretamente nas chuvas da RPH Sertão Central e Inhamuns, localizada em uma porção mais interiorana do Estado.

Independentemente da posição da ZCIT, que indicaria se um determinado ano pode ou não ser muito chuvoso, o fato mais preocupante para a RPH Sertão Central e Inhamuns é que, ano após ano, é verificado algum tipo de desastre natural na região, seja devido às sucessivas estiagens, seja por inundações. É bem verdade que as estiagens merecem destaque. Afinal, esta região semiárida do Estado, assim como grande parte da Região Nordeste do Brasil é bastante suscetível à ocorrência deste fenômeno.

Analisando-se os intervalos dos anos de 2003 a 2013 e levando em consideração dois dos quatro critérios estabelecidos pelo EM-DAT para reconhecer um evento como desastre natural, é possível identificar situações de desastre natural devido à ocorrência de estiagens em todos os onze anos analisados, inclusive naqueles que foram classificados como chuvosos ou muito chuvosos no período do quadrimestre fevereiro-maio (caso do ano de 2009, por exemplo) após a aplicação da técnica dos quantis.

Isso ocorre, provavelmente, devido à má distribuição da chuva na região, bastante concentrada em quatro meses do ano, como já foi dito, enquanto que nos demais meses a estiagem se instala, contribuindo para os decretos de situação de emergência que geralmente figuram nos últimos meses do ano.

Alguns municípios chamam atenção em virtude dos vários decretos de situação de emergência, tais como: Caridade, Senador Pompeu, Solonópole e Tauá (Tabela 3). Estes acumulam decretos de situação de emergência em nove dos onze anos analisados. Tauá possui, inclusive, um decreto de Estado de Calamidade Pública no ano de 2003, quando mais de dezesseis mil pessoas foram atingidas pelos efeitos de uma estiagem.

Tabela 3: Número de municípios com decreto de situação de emergência por estiagem e número de atingidos por ano na RPH Sertão Central e Inhamuns

| Ano | Municípios em situação de emergência | Número de atingidos na RPH | Ano | Municípios em situação de emergência | Número de atingidos na RPH |
|------|--------------------------------------|----------------------------|------|--------------------------------------|----------------------------|
| 2003 | 28 | 138636 | 2009 | 24 | Não informado |
| 2004 | 1 | 109089 | 2010 | 9 | Não informado |
| 2005 | 36 | 516198 | 2011 | 7 | 68225 |
| 2006 | 38 | 430649 | 2012 | 35 | 587237 |
| 2007 | 39 | 483382 | 2013 | 38 | 549628 |
| 2008 | 29 | 123083 | | | |

Fonte: Dados obtidos através da Defesa Civil do Estado do Ceará

Os anos de 2012 e 2013 apresentaram o maior número de atingidos na região e os prognósticos da FUNCEME para os anos posteriores não foram muito otimistas. Assim, nos anos de 2014, 2015 e 2016 foram identificados mais episódios de estiagens prolongadas, acarretando em mais decretos de situações de emergência.

Porém, a preocupação não deveria girar apenas em torno da estiagem (desastre natural que mais ocorre nessa região do Estado do Ceará). Afinal, as inundações que ocorreram em anos anteriores também provocaram impactos significativos, contribuindo para premiar a RPH Sertão Central e Inhamuns com o incômodo status de região mais vulnerável à ocorrência de desastres naturais no Estado.

Os decretos de situação de emergência devido a inundações, diferente dos decretos provenientes de estiagens, só ocorreram em quatro anos: 2003, 2004, 2008 e 2009 (Tabela 4). Ainda que não haja decretos de emergência em 2011, isto não impede que neste ano seja verificada uma situação de desastre natural, pois o número de atingidos na região foi superior a cem pessoas. No entanto, vale salientar que em 2011 somente os municípios de Canindé, Quiterianópolis, Quixelô e Saboeiro registraram pessoas atingidas por inundações.

Tabela 4: Número de municípios com decreto de situação de emergência por inundação e número de atingidos por ano na RPH Sertão Central e Inhamuns

| Ano | Municípios com decreto de emergência | Número de atingidos na RPH |
|------|--------------------------------------|----------------------------|
| 2003 | 2 | Não informado |
| 2004 | 22 | 229666 |
| 2008 | 12 | 227148 |
| 2009 | 24 | 185101 |
| 2011 | 0 | 2115 |

Fonte: Dados obtidos através da Defesa Civil do Estado do Ceará

Certamente, o ano de 2009 se destaca quando observados os registros de situação de emergência devido aos impactos provenientes de inundações nos municípios que integram a RPH Sertão Central e Inhamuns. Porém, o ano de 2004, apesar de apresentar um acumulado de chuva no quadrimestre chuvoso que indicam um ano normal (após a aplicação da técnica dos quantis), registrou um número maior de atingidos e quatro municípios com decretos de Estado de Calamidade Pública. São eles: Araripe, Piquet Carneiro, Quixelô e Tarrafas.

Assim, também foi possível identificar uma situação de desastre natural devido aos impactos de inundações nos anos de 2004, 2008, 2009 e 2011, seja por decretos de Situação de Emergência/Estado de Calamidade Pública ou pelo número de atingidos.

Considerações finais

A descrição geográfica quantílica revela com razoável clareza operacional a semiaridez. Mostra que um mesmo município que em outubro, novembro ou janeiro está sob os efeitos desastrosos da estiagem, estava no mês de maio sob os efeitos desastrosos de inundação, como ocorreu no baixo curso do rio Jaguaribe (Brasil).

A média de chuvas do Ceará é maior que a média de chuvas de Munique na Alemanha. Por isso, a média não ajuda nessa descrição como ajudaria num cálculo de probabilidade, dano ou de desastre natural que possui um efeito estocástico, probabilístico.

A descrição desse mesmo clima semiárido pelas médias pluviométricas produz a impressão de que um mesmo município não poderia ser atingido por inundação e estiagem no mesmo ano de referência. Mas isso ocorreu. Portanto, há sinais de que essas pesquisas precisam continuar.

Por outro lado, alguns eventos também ganham visibilidade com o auxílio da descrição quantílica. Os inúmeros decretos de situação de emergência e estado de calamidade pública em anos consecutivos, certamente são fortes indícios de que na Região Pluviometricamente Homogênea do Sertão Central e Inhamuns habitam pessoas com forte grau de vulnerabilidade socioambiental e que apresentam dificuldades para se recuperar de um desastre natural.

Fica evidente que os próprios decretos não revelam claramente a situação de cada município frente à ocorrência de estiagens ou inundações. Além disso, em outros municípios pode até ocorrer uma situação de desastre natural, mas que não é identificada pela Defesa Civil do Estado. Tal fato pode dificultar a resposta frente à ocorrência de desastres naturais.

Identificar sinais de desastre natural e entender o comportamento da chuva no semiárido brasileiro pode ser o primeiro passo para enfrentar os impactos provenientes de desastres naturais de forma eficaz. Afinal, há duas maneiras de se tratar os desastres: prevenindo-os ou dando respostas mitigatórias.

As respostas mitigatórias minimizam os impactos econômicos, sociais e até mesmo os impactos psicológicos, enquanto que as medidas preventivas podem reduzir a esperança matemática de ocorrer um desastre.

Neste processo faz-se necessária a colaboração entre a própria comunidade, as famílias e o poder público na tomada de medidas preventivas, o que geralmente não ocorre no Brasil. Somente dessa forma seria possível criar uma cultura de convivência com os desastres naturais no semiárido brasileiro, principalmente com o desastre que mais impacta esta região: a seca.

Referências bibliográficas

ADAMS, J. *Risco*. São Paulo: Editora SENAC São Paulo, 2009. 288 p.

CARDONA, O. D. Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo. In: MASKREY, A. *Los desastres no son naturales*. Colômbia: Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (LA RED), Intermediate Technology Development Group (ITDG), 1993. pág. 51-74.

CARDONA, O. D. La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo. In: INTERNATIONAL WORKCONFERENCE ON VULNERABILITY IN DISASTER THEORY AND PRACTICE. *Annals...* Wageningen (Holanda): Wageningen University and Research Centre, 2001. 18 p. Disponível em: <<http://www.desenredando.org/public/articulos/index.html>> Acesso em: 08 nov. 2014.

CRED CRUNCH. *Disaster data: a balanced perspective*. Louvain, May, 2005. Disponível em: <<http://www.cred.be/sites/default/files/CredCrunch01.pdf>>. Acesso em: 8 jan. 2015.

DESCHAMPS, M. V. *Vulnerabilidade socioambiental na região metropolitana de Curitiba*. 2004. 192 f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

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*, Presidente Prudente, v.1, n.º.1, 2005, p. 15-28.

LAVELL, A.; FRANCO, E. *Estado, sociedad y gestión de los desastres en América Latina: en busca del paradigma perdido*. Lima: La Red, 1996. 520 p.

MENDONÇA, F. de A. *Geografia e Meio Ambiente*. São Paulo: Contexto, 2010. 80p.

MONTEIRO, J. B. *Desastres Naturais no Estado do Ceará: uma análise de episódios pluviométricos extremos*. 2016. 256f. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

PINKAYAN, S. Conditional probabilities of occurrence of Wet and Dry Years Over a Large Continental Area. *Hidrology papers*, Colorado, n.12, p.1-53, 1966.

TORRES, F. T. P.; MACHADO, P. J. de O. *Introdução à climatologia*. São Paulo: Cengage Learning, 2012. 256 p.

XAVIER, T. de M. B. S. *Tempo de chuva: estudos climáticos e de previsão para o Ceará e Nordeste setentrional*. Fortaleza: ABC Editora, 2001.

XAVIER, T. de M. B. S; XAVIER, A. F. S; ALVES, J. M. B. *Quantis e eventos extremos: aplicações em ciências da terra e ambientais*. Fortaleza: RDS, 2007. 278 p.

ZANELLA, M. E. As características climáticas e os recursos hídricos do Ceará. In: SILVA, J. B. da; CAVALCANTE, T. C.; DANTAS, E. W. C. (Org.). *Ceará: um novo olhar geográfico*. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007. p 169-188.