



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

VICTÓRIA MARIA DIAS LIMA

**EVENTOS EXTREMOS E DESASTRES NATURAIS EM SERRAS ÚMIDAS DO
CEARÁ: O CASO DO MUNICÍPIO DE ARATUBA NO MACIÇO DE BATURITÉ**

FORTALEZA

2024

VICTÓRIA MARIA DIAS LIMA

EVENTOS EXTREMOS E DESASTRES NATURAIS EM SERRAS ÚMIDAS DO
CEARÁ: O CASO DO MUNICÍPIO DE ARATUBA NO MACIÇO DE BATURITÉ

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Graduação em Geografia do Centro de Ciência da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Licenciada em Geografia.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Maria Elisa Zanella

FORTALEZA

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

L711e Lima, Victória Maria Dias.
Eventos extremos e desastres naturais em serras úmidas do Ceará : o caso do município de Aratuba no Maciço de Baturité / Victória Maria Dias Lima. – 2023.
31 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Geografia, Fortaleza, 2023.
Orientação: Profa. Dra. Maria Elisa Zanella.

1. Eventos extremos. 2. Desastres naturais. 3. Serras úmidas. 4. Semiárido. I. Título.

CDD 910

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pelo presente da vida e em vida ter a benção de chegar à universidade e ter a oportunidade de produzir ciência.

Agradeço minha mãe, Ana Valéria, e minhas irmãs, Jéssyca e Theodora, pelo eterno incentivo, pelo amor, carinho e apoio pelas escolhas que tomei. O agradecimento dirige-se especialmente à minha amada mãe, porque sem o seu apoio, sem o seu incentivo e sem a sua abdicção eu jamais poderia ter tido a escolha de estudar, mamãe o seu esforço foi quem me trouxe até aqui, palavras nunca serão capazes de expressar tamanha gratidão.

Agradeço à minha família materna – Tio Vildomar, Tia Veleda, Tia Sandra e Edna - pelo amor incondicional, pelo apoio e incentivo durante a caminhada da graduação e também pela inspiração na carreira docente.

A universidade me deu uma série de presentes, o principal deles, Maria Alice, minha melhor amiga; minha querida amiga obrigada por me escolher para ter sua amizade, pelas risadas, companheirismo e incentivo, muito obrigada! Agradeço também a dois outros grandes amigos que a universidade me deu, Jamile e João Pedro, minha vida mudou muito - para melhor - e grande parte disso devo a vocês, obrigada por tanto! Não posso deixar de agradecer também ao grupo Vila do Chaves (Cássio, Ingrid, JP, Samara, Vitória, Ramon, Zé, Sol, Yuri e Letícia e menção honrosa para Rômulo que não está no grupo, mas é agregado) vocês estarão sempre comigo, obrigada pelas infinitas tardes de conversa jogada fora no LAPED, pelos salgados compartilhados na Sâmia, pelas reclamações, risadas e campos inesquecíveis, vocês fizeram essa caminhada mais fácil e mais leve, amo todos vocês!

À minha orientadora, Prof^a. Maria Elisa Zanella, pela paciência, pelos ensinamentos e incentivos. Professora foi um grande prazer e honra ter a sua orientação para a produção deste trabalho, muito obrigada!

Agradeço aos meus colegas do Laboratório de Climatologia Geográfica e Recursos Hídricos pela troca de experiências, ideias e ajudas. Esse trabalho tem também as mãos de vocês.

Agradeço aos meus camaradas da militância da UJC pela imensa contribuição à minha formação política e pessoal e que contribuiu imensamente para a minha formação enquanto

acadêmica. Pela luta por um mundo melhor e pela universidade popular, pública, gratuita e de qualidade, um salve à gloriosa UJC e ao PCB!

À Geografia, essa ciência encantadora, complexa e plural, que me fisionou de maneira inesperada e me fez uma aficionada por ela.

Por fim, à Universidade Federal do Ceará e o curso de Geografia, que mudaram a minha vida, minha mente e quem eu tenho me tornado. Estar na universidade é um privilégio imenso e eu tenho muito orgulho disso. Gratidão!

RESUMO

A atual discussão sobre as mudanças climáticas tem gerado uma série de questionamentos ao redor do mundo, questão também pertinente para quem estuda o Semiárido brasileiro. Nesse sentido, o objetivo desse trabalho é identificar os eventos extremos e desastres naturais que aconteceram na cidade Aratuba - CE e entender os impactos e a dinâmica desses fenômenos, buscando compreender se eles têm relação com o atual cenário climático global; além de observar especificamente o evento do dia 16 de março de 2023 que ocasionou um desastre natural. A metodologia utilizada para detectar os eventos extremos de precipitação nesta pesquisa foi a Metodologia Estatística dos Eventos Extremos de Precipitação (M3EP), que identifica os dias que ocorreram eventos extremos e os categoriza em 3 níveis a partir do volume de precipitação, para identificação dos desastres naturais foram utilizados dados da Defesa Civil. Foi possível identificar que houve um aumento significativo da quantidade de eventos extremos moderados e que a frequência anual desses eventos também aumentou; enquanto que os desastres naturais não apresentam grandes diferenças entre as décadas analisadas, mas é possível observar sinais de aumento no número de desastres. De modo geral, a pesquisa permitiu observar que as mudanças climáticas têm gerado impactos nas áreas úmidas encravadas no semiárido e que isso tem se traduzido na frequência em que ocorrem eventos extremos, podendo ainda estar associados a desastres naturais.

Palavras-chave: Eventos Extremos; Desastres Naturais; Serras Úmidas; Semiárido.

ABSTRACT

The current discussion on climate change has generated a series of questions around the world, which is also pertinent to those studying the Brazilian semi-arid region. In this context, the aim of this work is to identify the extreme events and natural disasters that have occurred in the city of Aratuba - CE and to understand the impacts and dynamics of these phenomena, seeking to understand if they are related to the current global climate scenario; in addition to specifically observing the event of March 16, 2023, which caused a natural disaster. The methodology used to detect extreme precipitation events in this research was the Metodologia Estatística dos Eventos Extremos de Precipitação (M3EP), which identifies the days on which extreme events occurred and categorizes them into 3 levels based on the volume of precipitation; data from Civil Defense was used to identify natural disasters and the precipitation data used is from FUNCEME. It was possible to identify that there has been a significant increase in the number of moderate extreme events and that the annual frequency of these events has also increased; while natural disasters do not show great differences between the decades analyzed, but It is possible to observe signs of an increase in the number of disasters. In general, the research showed that climate change has had an impact on the humid enclaves of the semi-arid region of Ceará and that this has been reflected in the frequency of extreme events, which may also be associated with natural disasters.

Keywords: Extreme Events; Natural Disasters; Humid Mountains, Semiarid.

1. INTRODUÇÃO

Desastres naturais causados por eventos extremos têm sido cada vez mais comuns no atual cenário global, não pouco são os casos de inundações, deslizamentos de terra, incêndios florestais e secas, e que por muitas vezes podem estar associados a algum evento extremo climático como fortes chuvas e temperaturas muito elevadas.

O IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas) nos seus últimos relatórios tem apontado significativos aumentos da temperatura média global e valores ainda maiores nos próximos 30 anos. O que em consequência agrava ainda mais o preocupante cenário das mudanças climáticas que hoje acontecem. Em termos de América Latina, a maior frequência de fenômenos naturais como El Niño-Oscilação Sul (ENOS) acendem um alerta vermelho, uma vez que o aparecimento desses fenômenos com recorrências não somente não são comuns, como causam problemas climáticos para a região e, a depender da intensidade deles, esses problemas podem tomar proporções devastadoras.

O Brasil, não diferente de todo o globo, tem enfrentado sérios problemas. Nos últimos anos facilmente pode-se recordar de uma série de desastres naturais que aconteceram devido a algum evento extremo, em função da sua localização no globo terrestre. Os eventos extremos, e os desastres naturais que ocorrem em função deles, estão fortemente associados a eventos pluviométricos - ou a falta deles.

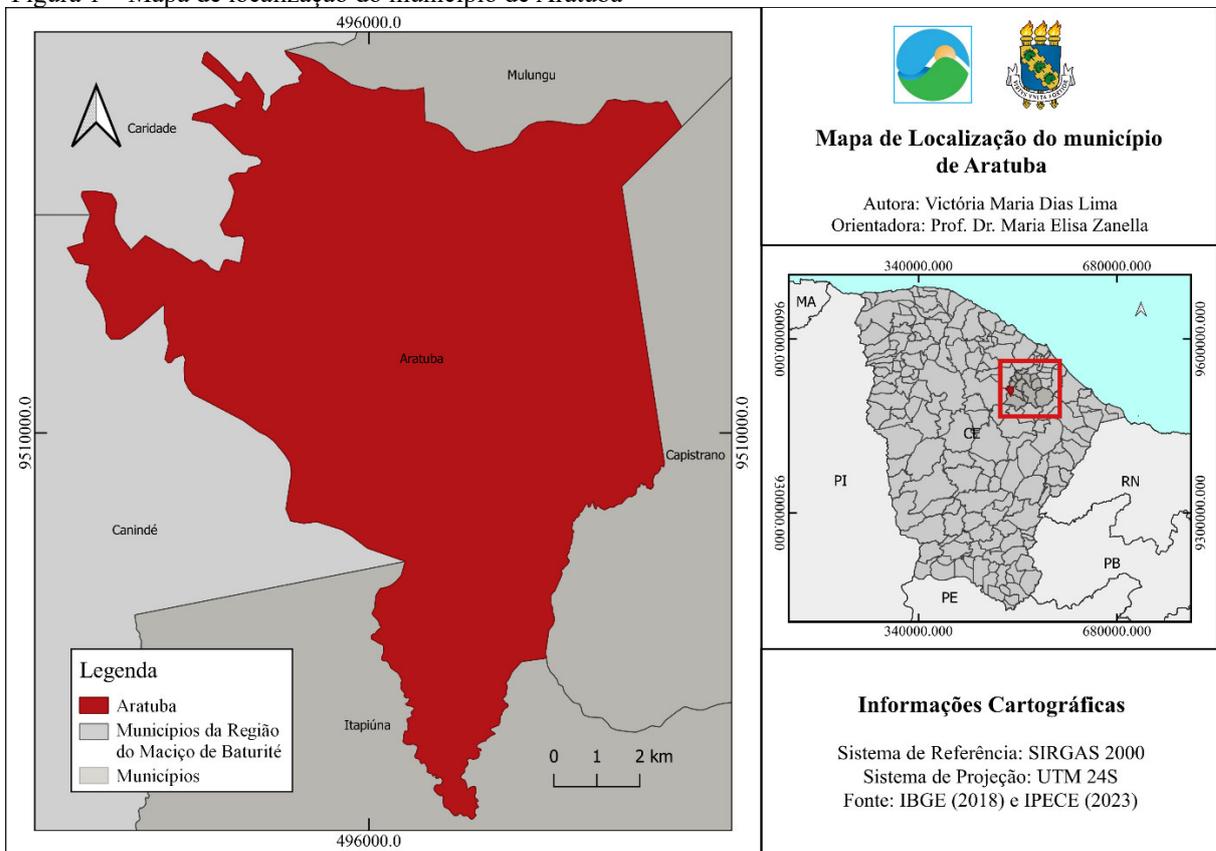
Só no ano de 2023 pode-se citar uma série de exemplos de eventos pluviométricos extremos, especialmente por este ano ser marcado por um El Niño forte. No sul do Brasil o fenômeno contribui para elevadíssimos volumes de precipitação, gerando o aumento do volume dos rios e por consequência inundações em diversas cidades; por outro lado a região Norte passou por um período de muito intenso de falta de chuva, onde trechos dos rios Solimões, Negro, Madeira, etc. ficaram secos, impedindo o transporte de pessoas e o trabalho de inúmeros pescadores. E a tendência, segundo dados do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), é que a situação permaneça assim pelos próximos 3 meses. (DW, 2023)

O Nordeste, já conhecido pela sua grande mancha de clima semiárido e em virtude disso o estereótipo de região seca, em tempos de ENOS forte sofre com as consequências do fenômeno, uma vez que ele tem tendências de afetar os regimes de chuva, podendo provocar secas na fase quente (El Niño) e chuvas em excesso na fase fria (La Niña). (FREIRE; LIMA; CAVALCANTI, 2011)

O estado do Ceará, estado que tem maior porcentagem de inserção no clima semiárido, é fortemente afetado por ambas as fases do ENOS, sendo a fase quente (El Niño) a que acaba tendo mais destaque. Entretanto, vale ressaltar que apesar da forte influência do tamanho da região semiárida no estado, o Ceará possui uma diversidade de paisagens, relevos, tipos florísticos e faunísticos e também climas (SOUZA, 2000).

No trabalho aqui desenvolvido damos destaque ao Maciço de Baturité em específico a cidade de Aratuba (Figura 1), que durante a quadra chuvosa cearense, após uma forte chuva, foi afetada por um deslizamento de terra, que provocou a morte de 3 pessoas. (O POVO, 2023).

Figura 1 – Mapa de localização do município de Aratuba

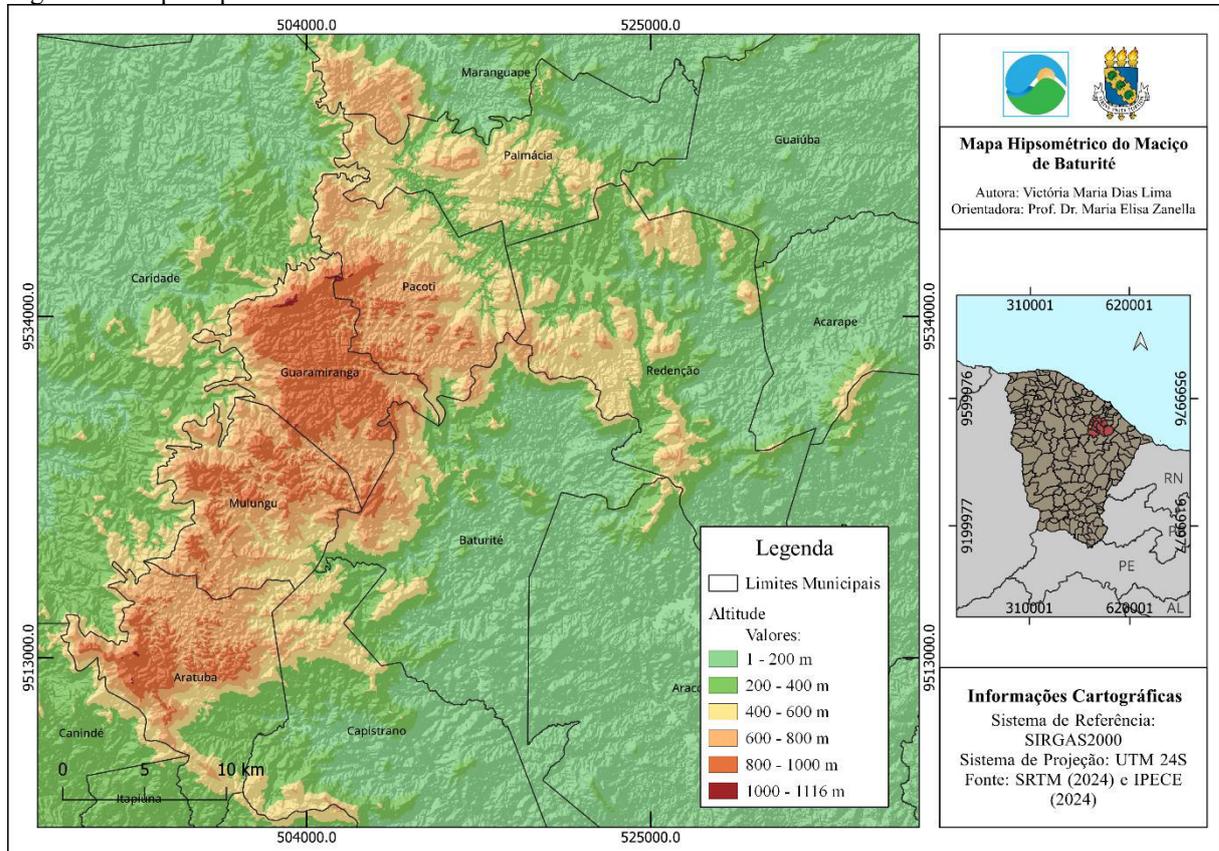


Fonte: Produzido pela autora.

Aratuba é um município localizado na região meridional da Serra de Baturité (Figura2), distante cerca de 98 km da capital Fortaleza e encontra-se a Oeste na Região de Planejamento do Maciço de Baturité. A Serra é um planalto residual pertencente ao domínio dos escudos e maciços antigos, com litologias do complexo gnáissico-migmatítico com orientação NNE-SSW, caracterizando um relevo acidentado com vertentes dissecadas. (BRANDÃO, 2014; BERTAND, 2007; SOUZA 2000) Possui em alguns pontos do município mais de 1000m de altitude, o que favorece uma dinâmica climático-ambiental mais úmida e chuvosa. (SOUZA, 2000) O clima

predominante na região é o Tropical Subúmido Seco (SILVA NETO, 2020), a pluviometria média anual é de 1100mm e a temperatura média anual é de 21,4°C.

Figura 2 – Mapa Hipsométrico da Serra de Baturité



Fonte: Produzido pela autora

Desta forma o **objetivo geral** da pesquisa a ser realizada é analisar os *eventos extremos de chuva* que ocorreram em Aratuba, bem como os desastres naturais a eles associados, dando também especificamente destaque para o episódio ocorridos no município em março de 2023. Os objetivos específicos a serem alcançados são:

- Identificar os eventos extremos de chuva dos últimos 50 anos e verificar se houve aumento no número e magnitude deles;
- Categorizar os eventos extremos a partir da magnitude do fenômeno;
- Fazer um levantamento dos desastres naturais dos últimos 50 anos, catalogá-los e categorizá-los, além de observar se houve aumento no número e magnitude deles e
- Analisar a gênese que ocasionou os eventos extremos de março de 2023 e discuti-la.

Tendo em vista os objetivos acima colocados, esse trabalho tem a sua **justificativa** pautada primeiramente, pela vontade da pesquisadora de desenvolver e aprimorar seus conhecimentos relativos à Climatologia e também levando em consideração que notícias de eventos extremos são

cada vez mais comuns, especialmente quando esses estão associados a desastres naturais. Nesse sentido, compreende-se a importância e a necessidade de compreender o comportamento desses eventos, as maneiras adequadas de defini-los e metodologias para quantificá-los.

Ainda, trazer também contribuições iniciais que podem subsidiar outras pesquisas, como também auxiliar na criação de políticas públicas e medidas capazes de prevenir e mitigar as consequências dos eventos extremos, quando não possível prevenir as consequências desses eventos, auxiliar na busca por elementos e informações capazes de mitigar os efeitos que os desastres naturais provocados pelos eventos extremos possam causar.

Além disso, a pesquisa a ser desenvolvida no TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) sobre o qual esse projeto trata é vinculada ao PIBIC (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica) sob o projeto desenvolvido pela Prof.^a. Dr.^a. Maria Elisa Zanella que tem por título “EVENTOS EXTREMOS E DESASTRES NATURAIS EM SERRAS ÚMIDAS NO ESTADO DO CEARÁ - MACIÇO DE URUBURETAMA E MACIÇO DE BATURITÉ”, desta maneira o TCC tem sua produção também justificada a partir da necessidade de produção de material que é solicitada pelo PIBIC.

Por fim, trata-se também da necessidade de dar continuidade ao trabalho já desenvolvido pela professora Prof.^a. Dr.^a. Maria Elisa Zanella e o Prof.^o. Dr.^o. Jander Barbosa Monteiro sobre a temática e auxiliar inicialmente com contribuições mais específicas da região do maciço de Baturité especificamente da cidade de Aratuba.

Quanto a organização estrutural, o trabalho encontra-se dividido em 3 tópicos principais: o primeiro capítulo aborda a discussão e conceituação do que são eventos extremos e desastres naturais; o segundo trata dos métodos escolhidos para a realização da pesquisa e o terceiro traz os resultados, estando dividido em dois, o primeiro ponto aborda os resultados obtidos por meio da M3EP sobre os eventos extremos e os desastres naturais a eles relacionados e o segundo ponto traz especificamente o evento extremo do dia 16/03/2023 e os seus desdobramentos.

2. AS BASES CONCEITUAIS DA DISCUSSÃO SOBRE EVENTOS EXTREMOS E DESASTRES NATURAIS

2.1. A discussão acerca do conceito de eventos extremos

Segundo o Manual da Defesa Civil (1999, p. 3) o termo evento significa “Acontecimento. Em estatística, ocorrência de um acontecimento ou de um fenômeno aleatório, em um conjunto ou

sistema determinado, o qual pode ser previsto a priori.”; enquanto o termo extremo, segundo o dicionário online Priberam, é um adjetivo que significa *supremo, extraordinário ou que se encontra distante do que é considerado normal ou tradicional*.

Como citado anteriormente o termo evento extremo pode significar uma série de eventos e o seu uso depende da maneira como o pesquisador decide por lhe atribuir significado, entretanto na literatura científica o termo vem sendo frequentemente utilizado para falar de eventos pluviométricos extremos e pode caracterizar tanto eventos com valores mínimos de chuva como eventos com valores muito elevados de chuva. (MONTEIRO, 2016)

Christofolletti (1976, p.91 apud Abreu, 2019, p.36) define evento extremo como “qualquer fenômeno no sistema geofísico que apresente, relativamente, alta variância em relação com a média”. Marengo (2009, p. 6) fala que os eventos extremos são grandes desvios de um estado climático moderado.

O IPCC em relatório lançado em 2012 (p.557. tradução própria) define eventos extremos como “A ocorrência de um valor de uma variável meteorológica ou climática acima (ou abaixo) de um valor limite próximo aos extremos superior (ou inferior) do intervalo de valores observados da variável.” O relatório também aponta quais metodologias podem ser usadas para definir os valores máximos e mínimos para algum evento ser considerado enquanto *climate extreme* - os autores ao longo do relatório utilizam esse termo e o termo *extreme weather* ou *climate event*.

Apesar de haver um certo consenso de que os eventos extremos são um desvio do estado climático padrão, ainda não existe uma definição precisa de quais parâmetros, numéricos por exemplo, determinam se um evento é extremo ou não.

Para tanto, é fundamental que para a compreensão do que são os eventos extremos sejam levadas em consideração as localidades onde eles ocorrem e a percepção de quem passa por esses eventos - o que nos demonstra um dos motivos da dificuldade de definir o que são os eventos extremos -, a saber, o IPCC (2012, p. 116. tradução própria) nos demonstra que “O que é chamado de evento climático ou meteorológico extremo variará de um lugar para outro em um sentido absoluto (por exemplo, um dia quente nos trópicos terá uma temperatura diferente de um dia quente nas latitudes médias) e, possivelmente, com o tempo, se houver alguma adaptação da sociedade”.

Por fim, destacamos que eventos extremos são fortemente associados aos seus possíveis impactos negativos e/ou catastróficos (Monteiro, 2016; Monteiro e Zanella, 2017; Marengo, 2009; etc), que serão melhores abordados a seguir e também para melhor compreensão de como os eventos extremos serão abordados neste trabalho haverá uma discussão sobre, no tópico (3 **Metodologia**) que aborda as questões metodológicas.

2.2. Desastre natural: discussão e conceituação

Assim como os eventos extremos o termo desastre natural acaba tendo uma série de definições, por isso a sua delimitação enquanto palavra se adapta a partir do que os autores optam por utilizar enquanto parâmetro para melhor definir o seu uso.

Desta feita, com uma histórica associação entre eventos extremos e desastres naturais, e o aumento da frequência desses eventos nos últimos anos, o uso do termo desastre natural está cada vez mais difundido entre as camadas populares. (ALVALÁ e BARBIERI, 2017) Entretanto, está fortemente associado no imaginário popular a grandes tragédias, catástrofes ambientais, que podem ou não ter alguma interferência humana, e por vezes, a própria mídia reforça esse discurso e utiliza o termo de forma desmedida e excessiva. (MONTEIRO, 2016).

Ainda segundo Monteiro (2016, p.29) “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, p. 13 apud Monteiro, 2016, p.29) ao falar sobre os desastres naturais e a maneira como são tratados de maneira exagerada especialmente pelas mídias, lança um novo olhar ao comentar que

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)

Segundo o Manual de Planejamento da Defesa Civil desastre significa:

Resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema vulnerável, causando danos humanos, materiais e ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais. Os desastres são quantificados em função dos danos e prejuízos em termos de intensidade. (CASTRO, 1999, p.2)

Goerl e Kobiyama (2013) ao falar de desastres naturais dizem que os fenômenos que causam desastres são inerentes a maneira como o planeta terra funciona e que invariavelmente vão

acontecer mudando seu formato, intensidade, local, etc. Além disso, ressaltam que é fundamental compreender também os conceitos de risco e perigo e como esses termos são importantes para definir o que é desastre natural e, pontuam também, ao citar Peeling (2003) que o termo desastre é bastante relativo e pode ser visto de diferentes perspectivas e citam que se uma pessoa perde um parente em um deslizamento de terra, por exemplo, aquilo é um desastre para família do falecido.

Os autores se aproximam do conceito elaborado pela ONU para definir o que é desastre natural:

(...)os desastres são definidos como um sério distúrbio na funcionalidade de uma comunidade ou sociedade ocasionando impactos e perdas humanas, econômicas e ambientais generalizadas, os quais excedem a capacidade da comunidade afetada de se recuperar com seus próprios recursos. Esta concepção de que os desastres são função de um perigo e vulnerabilidade traz consigo uma perspectiva otimista, pois caso o risco for avaliado adequadamente e as medidas de prevenção e de redução da vulnerabilidade forem implementadas, o impacto negativo e até mesmo a frequência dos desastres podem ser reduzidos (GOERL e KOBİYAMA, 2013, p.149)

Por fim, Olímpio e Zanella (2015), ao fazerem também uma associação entre risco e desastre, falam que o desastre natural é a materialização do risco e que evidenciam os perigos e a vulnerabilidade dos ambientes.

Vale ressaltar, como já observado, que o uso do termo ‘eventos extremos’ é bastante vago e que por si só não define com exatidão o seu significado, todavia o termo é comumente utilizado na literatura científica para definir episódios de precipitação (em excesso ou nenhuma) e é no seu uso comum que esta pesquisa o observa (MONTEIRO, 2016). Quanto ao uso do termo desastres naturais, também observamos o uso do seu significado a partir da utilização da Defesa Civil, entendido como o “resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema vulnerável, causando danos humanos, materiais e ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais” (CASTRO, 1999, p. 2).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O processo metodológico da pesquisa iniciou-se a partir da criação de um banco de dados com dados socioeconômicos, políticos, históricos e ambientais da cidade envolvida na pesquisa, esses dados serão obtidos através de diversos fornecedores, como Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Secretaria Estadual de Planejamento e Gestão (SEPLAG).

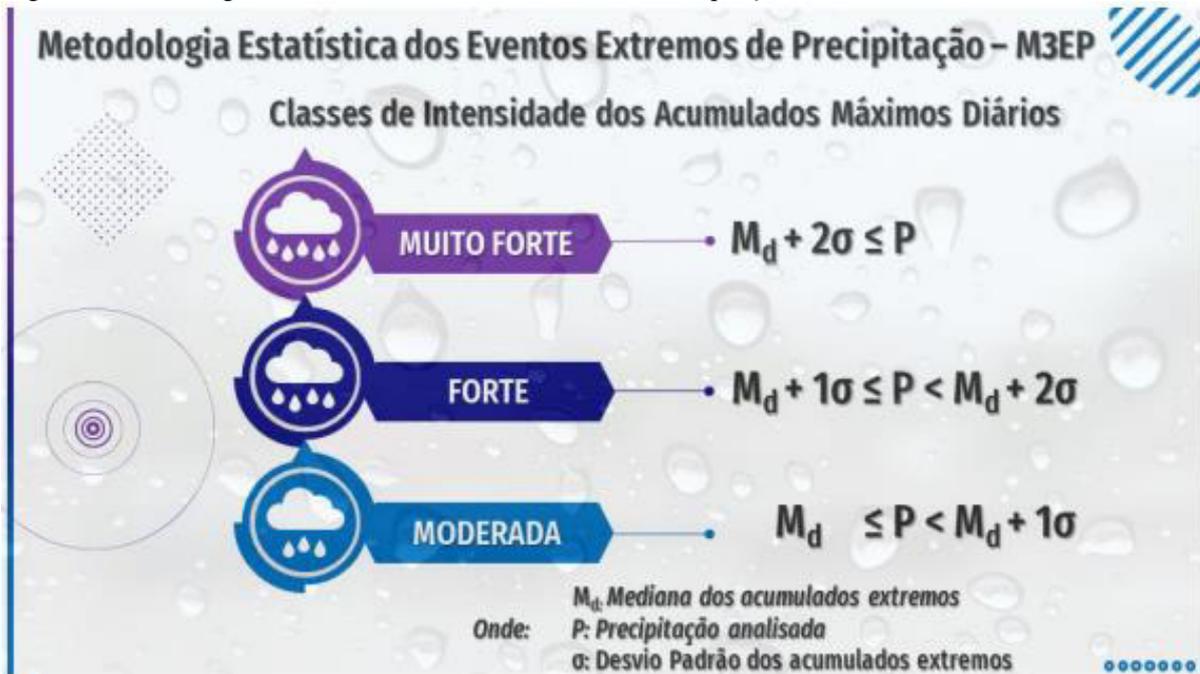
O banco de dados também contou com materiais de revisão bibliográfica sobre clima, meio ambiente, desastres naturais, desastres climáticos, aquecimento global, fenômenos climáticos, eventos extremos, risco e perigo, resiliência dos ambientes, resiliência das populações frente a desastres naturais; revisão das obras de autores locais, do acervo de leis das câmaras de vereadores e/ou órgãos do governo local, documentos institucionais como planos diretores municipais, agendas, edições antigas de jornais, fotografias antigas, além do diálogo com habitantes das cidades envolvidas e que foram afetadas por desastres naturais, levantamento de documentos e informações secundárias junto aos órgãos da administração pública local – secretarias de obras, meio ambiente, administração e/ou planejamento urbano.

Para a identificação e reconhecimento de quais eventos pluviométricos como eventos extremos bem como a categorização pela magnitude utilizou-se como metodologia a proposta por Monteiro e Zanella (2023), denominada Metodologia Estatística dos Eventos Extremos de Precipitação (M3EP).

A fim de que a M3EP possa ser aplicada com sucesso, é necessária coleta dos dados pluviométricos, que foram consultados no site da FUNCEME (Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos). No que diz respeito a escolha de quais postos pluviométricos, levou-se em conta os seguintes critérios: selecionar pelo menos um posto pluviométrico que apresente registros diários entre 1974-2023 (série histórica de 50 anos) que não apresente falhas, principalmente aqueles localizados nas sedes municipais. Vale lembrar que a M3EP desconsidera para tabulação os dias que não obtiveram **nenhum** milímetro de chuva, todavia se o posto apresentar dados de pelo menos 0,1 mm esse valor é considerado.

Ainda, os acumulados selecionados foram organizados em ordem crescente (do menor valor de chuva para o maior) e o Quantil 0,95, aqui utilizado como referência, foi definido como limiar mínimo dos acumulados que foram utilizados na fórmula para obtenção dos intervalos considerados como extremos, de forma categorizada. A definição do limiar inferior para categorizar os extremos, estabelecido pelo Quantil 0,95, se deu a partir da realização do cálculo da ordem quantílica, com a seguinte equação/fórmula (Figura 3):

Figura 3 - Metodologia Estatística dos Eventos Extremos de Precipitação - M3EP



Fonte: Monteiro e Zanella, 2023, p. 507.

Onde $Q(P)$ = Quantil (Ex.: $Q(0,95)$ é o Quantil que corresponde à ordem quantílica $P = 0,95$); 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 ($P_i = i/N + 1$); N = Número de elementos da série; o produto seria o resultado da divisão da ordem quantílica P_i . (MONTEIRO E ZANELLA, 2023)

Com os dados dos volumes diários de precipitação foram construídas tabelas para cada posto respectivamente, com as tabelas feitas e junto do quantil 0,95, esses dados foram transferidos para um script em linguagem *Python* elaborado pelos estudantes do Laboratório de Climatologia Geográfica e Recursos Hídricos (LCGRH) que aplica a M3EP automaticamente. Com a automação do processo, o script gera a partir da fórmula quais acumulados de chuva são considerados eventos extremos e quais não.

Para catalogação e análise dos dados sobre desastres naturais foi feita uma pesquisa em jornais impressos e digitais, além de busca nos dados da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC) e na Coordenaria Estadual de Defesa Civil do Ceará (CEDEC), o Diário Oficial da União (DOU) também foi consultado. Vale ressaltar que os dados utilizados fazem parte de uma série histórica de apenas 31 anos (diferentemente dos 50 anos propostos nos objetivos) em virtude da limitação dos dados disponíveis.

Houve também pesquisa para a identificação dos sistemas e fenômenos atmosféricos que causaram os eventos extremos de março de 2023, para isso foram analisadas as cartas sinóticas e as imagens de satélites meteorológicos que o CPTEC/INPE disponibiliza em seu site.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Maciço de Baturité em virtude da sua altitude privilegiada se diferencia da característica paisagem semiárida cearense, seja pelos tipos vegetais, pelo tipo climático, pelo tipo geomorfológico, etc. O tipo climático aqui em específico traz uma característica bastante significativa para a região, uma vez que estando a barlavento do maciço o regime de chuvas tem uma média elevada - a média de precipitação anual é de 1100 mm -, o que caracteriza uma região com temperaturas abaixo da média cearense e chuvas abundantes. Entretanto, ainda falamos de semiárido, então mesmo no enclave úmido ainda existem anos de seca, onde em alguns anos a média anual de precipitação não passou dos 600 mm.

Entre anos secos e anos chuvosos, **aqui nos debruçamos sobre os anos com eventos de chuvas abundantes** - ou por que não, extremas.

4.1. Os eventos extremos de chuva no Maciço de Baturité e os desastres a eles associados

A partir dos dados gerados por meio da M3EP foi possível verificar a ocorrência de 115 eventos extremos dentro da série histórica analisada. O script, como disposto na Figura 4, demonstra a ocorrência de 53 eventos moderados, 29 eventos fortes e 13 eventos muito fortes, sendo seus limiares inferiores 53 mm, 69,2 mm e 86,8 mm respectivamente.

Figura 4 - Resultado do uso script de definição dos valores dos limiares inferiores dos eventos extremos e da quantidade de eventos por limiar

<p>EVENTOS MODERADOS</p> <p>Limiar: 53</p> <p>Nº de eventos: 73</p>	<p>EVENTOS FORTES</p> <p>Limiar: 69,2</p> <p>Nº de eventos: 29</p>	<p>EVENTOS MUITO FORTES</p> <p>Limiar: 86,8</p> <p>Nº eventos: 13</p>
---	--	---

Fonte: Adaptado e produzido pela autora.

Para uma melhor compreensão de como os eventos se distribuíram ao longo da série histórica e quais suas respectivas magnitudes foram elaboradas duas tabelas, uma com a separação

de 10 anos de cada classe de evento (Tabela 1) e outra com separação de 25 anos de cada classe de evento (Tabela 2).

Na Tabela 1 observa-se que os eventos moderados mantêm uma média aproximada, com exceção da década de 2004-2013, onde vê-se um salto para 20 eventos moderados. Quanto aos eventos fortes, as décadas de 1984-1993 e de 1994-2003 é que apresentam valores bastante divergentes, tendo uma 10 eventos fortes e a outra apresentando apenas 1 evento. Por fim, os eventos muito fortes apresentam variações significativas, onde a década de 1984-1993 apresenta mais eventos, apresentando 4 no total; enquanto que a década de 2014-2023 tem um decréscimo de cerca de 75% apresentando apenas 1 evento.

Tabela 1 - Eventos extremos em Aratuba por década

	1974-1983	1984-1993	1994-2003	2004-2013	2014-2023
MODERADO	15	12	12	20	14
FORTE	7	10	1	5	6
MUITO FORTE	3	4	2	3	1

Fonte: Elaborado pela autora.

Entretanto, na Tabela 2, uma divisão alternativa de análise - 25 anos -, consegue-se observar diferentemente a quantidade de eventos. Enquanto os eventos fortes e muito fortes apresentam uma queda de 18 para 11 e de 7 para 6 respectivamente, a quantidade de eventos moderados têm um aumento significativo, saindo de 29 eventos para 44.

Tabela 2 - Eventos extremos em Aratuba a cada 2 décadas e meia

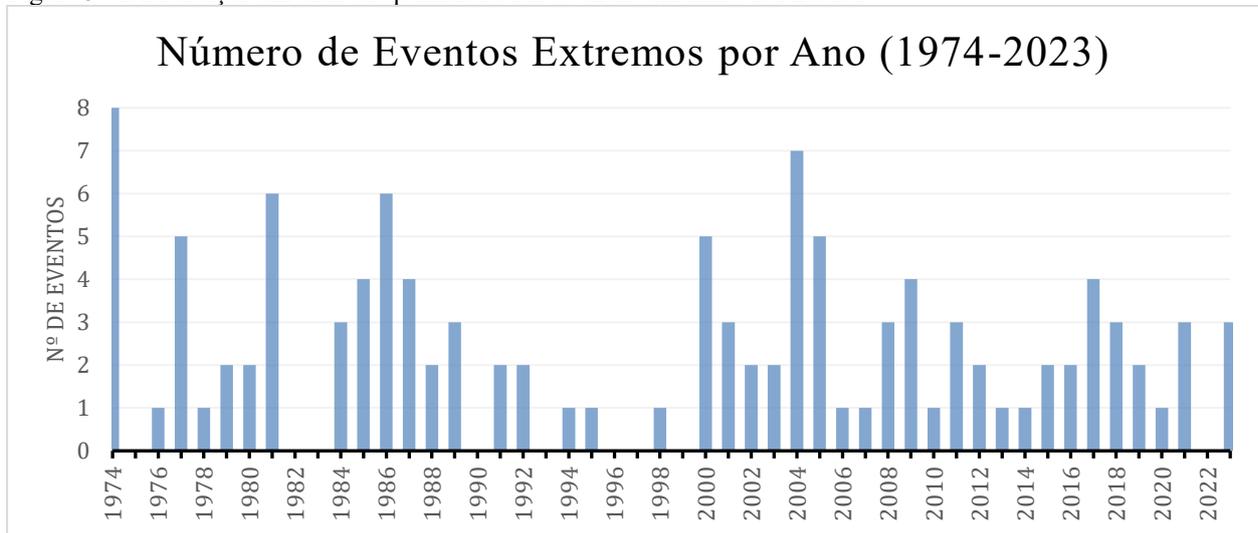
	1974-1998	1999-2023
MODERADO	29	44
FORTE	18	11
MUITO FORTE	7	6

Fonte: Elaborado pela autora.

Quanto à frequência dos eventos, foi possível observar um aumento considerável. Na Figura 5 nota-se, até o ano de 1998, períodos de eventos extremos seguidos não são maiores que 6 anos, em alguns anos existem 2 anos seguidos sem nenhum evento extremo. A partir da segunda metade da tabela o ano de 1999 se torna o único intervalo nos 22 anos que lhe sucedem, o ano

2000 marca o início de uma série de 22 anos de eventos extremos, com pelo menos 1 evento ao ano, ainda existem anos, como 2004, que apresentam 7 eventos e anos como 2000, 2005 e 2015 que apresentam 5 eventos.

Figura 5 - Distribuição em anos da quantidade dos eventos extremos de Aratuba



Fonte: Elaborado pela autora.

Historicamente devido à grande influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) sobre o regime de chuvas do NEB, as chuvas no Ceará se concentram no primeiro semestre do ano e por conta disso os eventos extremos também. Na tabela a seguir (Tabela 3), observa-se essa clara concentração, e em contraste, dos 115 eventos extremos, apenas 15 ocorreram depois do segundo semestre e desses 15 apontados, 11 ocorreram em julho - mês que é influenciado pelos Distúrbios Ondulatórios de Leste (ou somente Ondas de Leste)

Além disso, é possível observar que dentro da quadra chuvosa existem meses que concentram as maiores quantidades de eventos extremos, especificamente os meses de abril, maio e junho, que contam com 20, 23 e 22 eventos respectivamente, totalizando 65 eventos, mais da metade do valor total.

Ainda, é importante destacar que mesmo maio sendo o mês com a maior quantidade de eventos, é o mês de abril que possui a maior quantidade de eventos da categoria forte proporcionalmente, com 7 eventos do total de 20; Junho também conta com 7, mas seu total de eventos é 23 e o mês de maio possui 4 eventos da categoria forte. Vale destacar o mês da pré-estação chuvosa, janeiro, contabiliza 15 eventos, sendo 3 fortes e 2 muito fortes, e o mês de Julho, que do seu total de 11 eventos, apresenta 4 eventos fortes e 2 muito fortes.

Tabela 3 - Distribuição por meses dos eventos extremos em Aratuba

JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
61,2 mm 27/01/ 1974	61,80 mm 4/02/19 77	70 mm 07/03/ 1980	60,4 mm 12/04/ 1974	153,6 mm 01/05/ 1974	82 mm 19/06/ 1974	83,2 mm 17/07/ 1977	103 mm 02/08/ 2000	60 mm 18/09/ 1974			58 mm 21/12/ 1981
77 mm 21/01/ 1998	56,2 mm 12/02/1 978	65 mm 14/03/ 1981	68 mm 20/04/ 1976	53 mm 18/05/ 1974	81 mm 11/06/ 1979	64 mm 18/07/ 1984	82 mm 09/08/ 2008				
56,6 mm 14/01/ 2001	58,8 mm 22/02/1 980	53 mm 29/03/ 1981	94 mm 07/04/ 1977	53 mm 25/05/ 1974	63 mm 13/06/ 1981	55 mm 15/07/ 1985					
88,3 mm 22/01/ 2002	65,2 mm 02/02/1 986	61 mm 27/03/ 1985	73,3 mm 08/04/ 1977	68,8 mm 31/05/ 1974	61 mm 05/06/ 1984	112 mm 09/07/ 1989					
65 mm 15/01/ 2004	105 mm 15/02/1 992	55 mm 24/03/ 1986	70 mm 02/04/ 1981	77,9 mm 01/05/ 1977	86 mm 14/06/ 1985	57 mm 06/07/ 1989					
66 mm 24/01/ 2004	66 mm 16/02/2 000	88 mm 31/03/ 1986	65 mm 15/04/ 1985	97 mm 18/05/ 1979	78,5 mm 13/06/ 1987	59 mm 02/07/ 2008					
57 mm 27/01/ 2004	62 mm 26/02/2 003	86 mm 08/03/ 1991	82 mm 14/04/ 1986	63 mm 21/05/ 1981	100 mm 20/06/ 1987	81 mm 05/07/ 2015					
95 mm 28/01/ 2004	102 mm 18/02/2 012	56 mm 02/03/ 2009	71 mm 30/04/ 1986	85 mm 22/05/ 1984	58,8 mm 21/06/ 1987	73 mm 17/07/ 2015					
53,8 mm 30/01/ 2004		60 mm 03/03/ 2017	70 mm 15/04/ 1988	81,5 mm 26/05/ 1986	86 mm 29/06/ 1987	63 mm 22/07/ 2017					

Continua

Tabela 4 - Distribuição por meses dos eventos extremos em Aratuba

JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
66 mm 24/01/ 2011		68,2 mm 30/03/ 2018	59,2 mm 21/04/ 1988	76 mm 04/05/ 1991	54 mm 14/06/ 1989	113 mm 07/07/ 2020					
70 mm 25/01/ 2011		69 mm 13/03/ 2023	61 mm 06/04/ 1992	61,6 mm 18/05/ 2000	68 mm 07/06/ 1994	72 mm 04/07/ 2021					
66 mm 09/01/ 2016		74 mm 17/03/ 2023	65 mm 08/04/ 1995	53,2 mm 12/05/ 2005	54,5 mm 07/06/ 2000						
86 mm 21/01/ 2016			53,6 mm 02/04/ 2001	63 mm 02/05/ 2007	65,8 mm 09/06/ 2000						
64 mm 27/01/ 2018			57,6 mm 30/04/ 2001	62 mm 13/05/ 2008	67 mm 19/06/ 2002						
63 mm 14/01/ 2019			59 mm 28/04/ 2003	60 mm 25/05/ 2009	58 mm 21/06/ 2004						
			54 mm 15/04/ 2005	60 mm 11/05/ 2011	65 mm 22/06/ 2004						
			70 mm 30/04/ 2009	55 mm 19/05/ 2013	100,3 mm 02/06/ 2005						
			66 mm 20/04/ 2010	69 mm 01/05/ 2014	56,2 mm 09/06/ 2005						

Continuação

Tabela 4 - Distribuição por meses dos eventos extremos em Aratuba

JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
			58 mm 01/04/ 2019	65,5 mm 09/05/ 2017	56,3 mm 27/06/ 2005						
			78 mm 27/04/ 2023	64 mm 29/05/ 2017	75 mm 22/06/ 2006						
				64,4 mm 18/05/ 2018	58 mm 03/06/ 2009						
				59 mm 03/05/ 2021	84 mm 26/06/ 2012						
				56 13/05/ 2021							

Eventos Moderados		Eventos Fortes		Eventos Muito Fortes	
-------------------	---	----------------	---	----------------------	---

Conclusão

Fonte: Elaborado pela autora.

No que diz respeito aos dados de desastres naturais, os dados aqui colocados foram buscados em três plataformas distintas, o Diário Oficial da União (DOU), a SEDEC e a CEDEC. Isso se deu especialmente porque as duas últimas - SEDEC e CEDEC - disponibilizam dados mais recentes, começando a partir de 2003 e 2007 respectivamente; os dados do DOU são mais antigos, começando a partir de 1990.

Houve também um esforço para coletar imagens e matérias jornalísticas, entretanto o arquivo dos maiores jornais - Diário do Nordeste e O Povo - do estado não disponibilizam e/ou não possuem dados de antes de 2000 e não constam matérias falando sobre os desastres naturais, situações de emergência e estados de calamidade pública da cidade de Aratuba, apenas no ano de 2023 ambos os jornais noticiaram sobre o desastre natural que aconteceu naquele ano. As notícias que ambos trazem sobre os causos das chuvas na cidade são demonstradas nas Figuras 3, 4, 5 e 6.

Nas pesquisas foi achado um blog da cidade que consta a notícia e fotos de uma forte chuva no ano de 2014.

Sabendo disso, foi construída uma tabela (Tabela 4) a partir do primeiro ano que constam dados sobre os Estados de Calamidade Pública (ECP) e Situação de Emergência (SE) - ano de 1993. É possível observar que dos 31 anos dispostos na tabela, 12 contam com algum tipo de desastre natural, desses 12, 3 são ECP e o restante, 9, são SE; além disso, dos ainda 12 desastres, apenas 2 são em virtude de chuvas abundantes, os outros 10 são devido a secas/estiagens. É ainda possível observar que nos primeiros 15 anos da série, são contabilizados 4 decretos, todos relativos a estiagens; nos 16 anos seguintes, são contabilizados 7 decretos.

Tabela 4 - Série de 31 anos dos anos em que foram decretados Estado de Calamidade Pública (ECP) e Situação de Emergência (SE) em Aratuba

1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
ECP (seca)	-	-	-	-	-	ECP (estiagem)	ECP (perda de safra)	SE (estiagem)	-
2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
-	-	-	-	-	-	SE (enxurrada)	SE (estiagem)		SE (estiagem)
2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
SE (seca)	SE (seca)	SE (seca)	-	-	-	-	-	-	-
2023									
SE (chuvas intensas)									

Fonte: Produzido pela autora.

Nesse sentido, como observado, os anos de 2009 e 2023 são que apresentam SE devido a enxurradas/chuvas intensas, contando com 1881,7 mm e 1399 mm de chuvas respectivamente, ainda, ocorreram 4 e 3 eventos extremos em cada um dos anos, em 2009 ocorreram 2 eventos moderados e 2 fortes e em 2023 ocorreram 1 evento moderado e 2 fortes. No ano de 2009 não constam notícias ou fotos do desastre natural ocorrido naquele ano - se é que ocorreu. O ano de 2023 será mais bem abordado no tópico a seguir (4.2).

Por outro lado, vale ressaltar um acontecimento bastante curioso, que são os eventos extremos de chuva em anos de seca/estiagem. Nas Tabela 4 e Figura 5 observamos que nos últimos 4 anos de decretos de SE por conta de seca/estiagem - 2012, 2013, 2014 e 2015 - aconteceu pelo menos 1 evento extremo em cada um dos anos, tendo ainda a ocorrência de 2 eventos em 2012 e em 2015. O ano de 2012 particularmente é bastante interessante, uma vez que seu total anual de chuva foi de apenas 737 mm, e como citado anteriormente o ano contou com 2 eventos extremos, dos dois eventos, 1 foi forte - 84 mm - e o outro foi muito forte - chovendo impressionantes 102 mm.

Ainda, 2014, um ano de seca, houve a ocorrência de um evento extremo moderado - 64 mm - que causou deslizamentos de encostas, abriu cratera em rodovia e destruiu algumas casas. Na notícia do dia 1/05/2014 no Blog Aratuba Online é possível ver (Figura 6, 7 e 8) o desastre e também na notícia do jornal Diário do Nordeste (Figura 9).

Figura 6 - Casa atingida por deslizamento de encostas em Aratuba



Foto: Wedley Lima

Casa atingida por um deslizamento de terra

Fonte: Blog Aratuba Online, 2014.

Figura 7 - Passagem molhada (Ponte do Buraco) cede devido a fortes chuvas



Fonte: Blog Aratuba Online, 2014.

Figura 8 - Cratera na CE-257 que liga Aratuba a Capistrano



Fonte: Blog Aratuba Online, 2014.

Figura 9 - Notícia do Jornal Diário do Nordeste sobre a cratera na CE-257

Trecho da CE-257 em Aratuba é destruído devido às chuvas

Precipitações também causaram estragos em Guaiuba

Escrito por **Redação Web**, 12:36 - 01 de Maio de 2014

Fonte: Arquivo online do jornal Diário do Nordeste, 2014.

4.2 O evento extremo de março de 2023

Em março de 2023, após um evento de chuva, houve um deslizamento de terra que infelizmente vitimou 3 pessoas em Aratuba (Figura 10 e 11). Há de se observar que no dia ¹ do desastre choveu apenas 13 mm, todavia como observado na Tabela 4 o ano de 2023 contou com 3 eventos extremos, dos 3 eventos ocorridos, 2 foram no mês de março, o primeiro no dia 13/06/2023 choveu 69 mm e o segundo no dia 17/03/2023 chovendo 78mm. Ainda, até o dia 15/03 já havia chovido no município 482 mm.

Figura 10 - Notícia do desastre que vitimou 3 pessoas no dia 16/03/2023

Duas crianças e uma mulher de 21 anos morrem em deslizamento de terra em Aratuba

Deslizamento de terra aconteceu nesta quinta-feira, 16, na região de Mussum, próxima ao bairro Centro de Aratuba

16:11 | Mar. 16, 2023 Autor **Bia Freitas** Tipo **Notícia**

Fonte: Jornal O POVO, 2023.

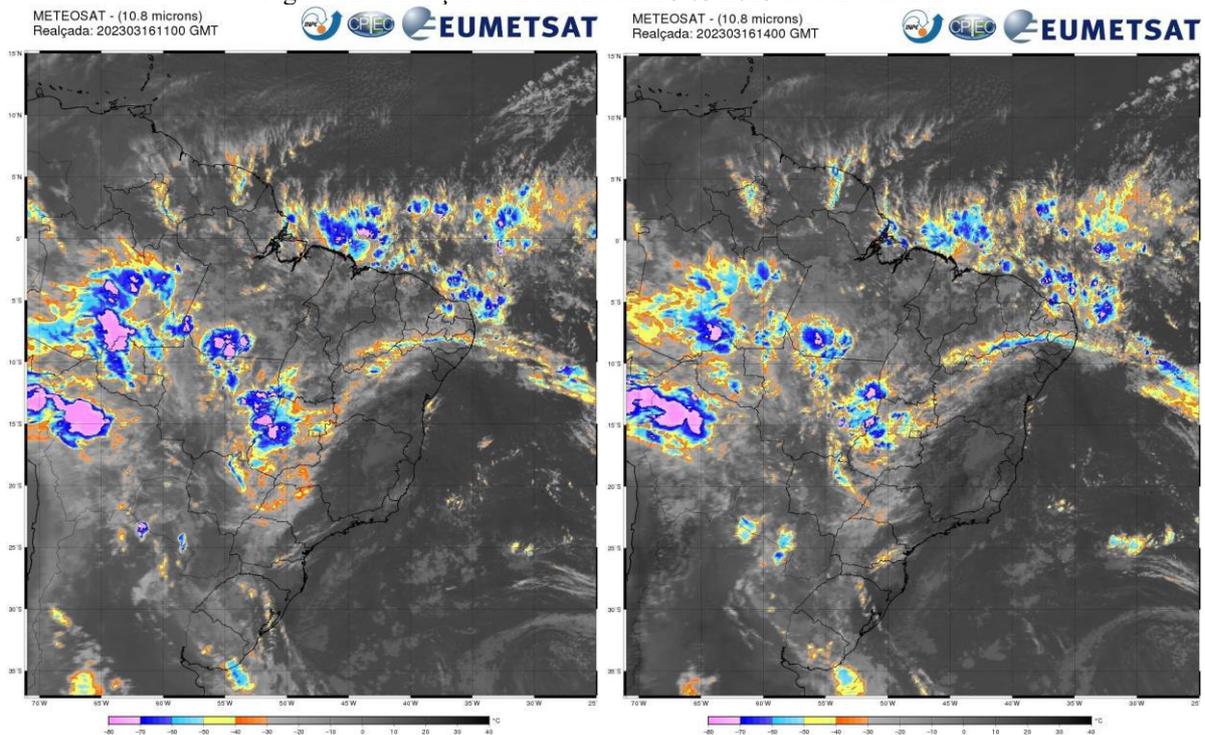
Figura 11 - Encosta que cedeu em Aratuba no dia 16/03/2023



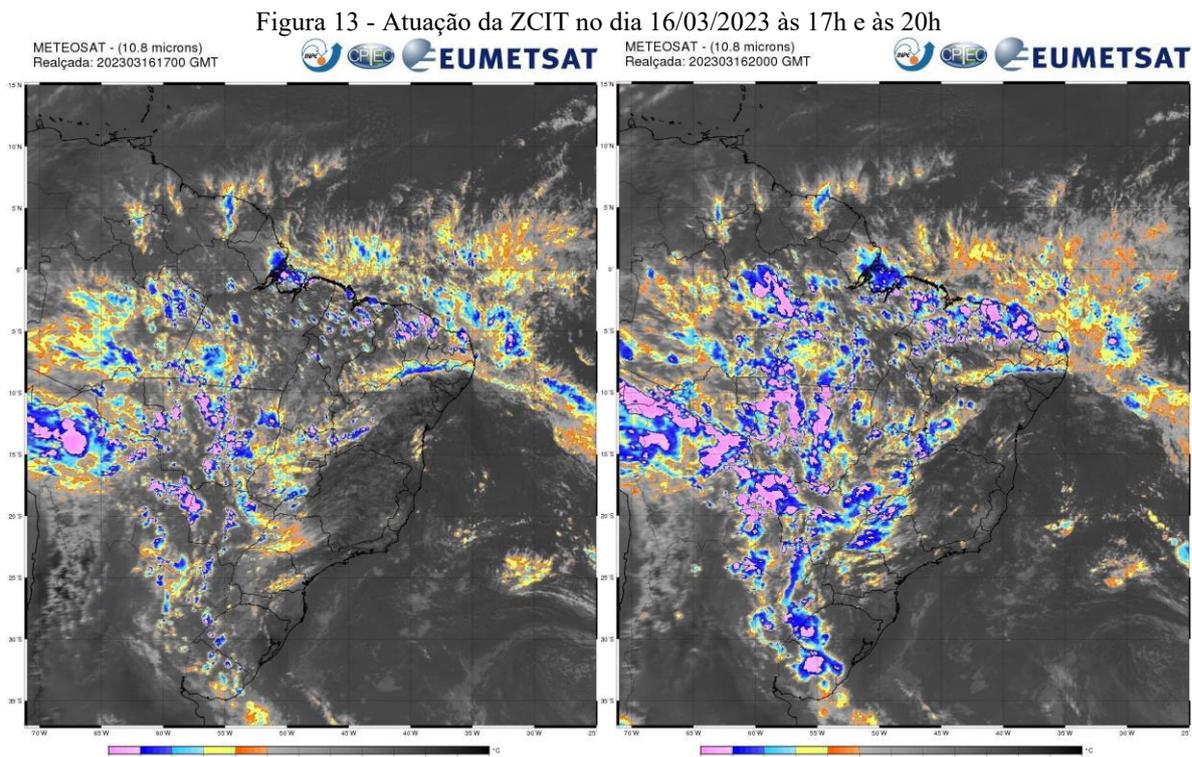
Fonte: Jornal O POVO, 2023

A estação chuvosa no Ceará é historicamente concentrada no primeiro semestre do ano, especialmente nos meses de fevereiro a maio e com a majoritária atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Nas Figuras 12 e 13 vê-se a atuação do sistema no dia da ocorrência do desastre. É ainda possível observar nas imagens a atuação do Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN).

Figura 12 - Atuação da ZCIT no dia 16/03/2023 às 11h e às 14h



Fonte: CPTEC/INPE copyright 2010-2012 EUMETSAT



A junção da atuação de ambos os sistemas atmosféricos fez com que nos dois dias de chuva chovesse 87 mm, valor que não é tão elevado, mas quando se leva em conta que o valor precipitado até a presente data era consideravelmente elevado e a região em questão é uma região de relevo acidentado, com série de ocupações irregulares em área de encosta, existia a susceptibilidade ao desastre.

Para tanto, após o desastre (Figura 14), houve o decreto de Situação de Emergência pelo período de 90 dias. A Defesa Civil colocou lonas para evitar deslizamentos (Figura 15), interditou e removeu cerca de 30 famílias das áreas consideradas de risco, pois cerca de 15 casas estavam com risco de desabamento, e devido às chuvas previstas, ainda para março, existia o risco de novos desabamentos e/ou deslizamentos.

Figura 14 - Encosta que cedeu em Aratuba no dia 16/03/2023



Fonte: Jornal O POVO, 2023

Figura 15 - Procedimento de colocar lonas em encostas para evitar deslizamentos, feito pela Defesa Civil



Fonte: Jornal O POVO, 2023

Felizmente não houve novos desastres, todavia vale ressaltar que somente no mês de março daquele ano choveu 385 mm, ainda em março, um dia antes do desastre, já havia chovido 165 mm, e o total de chuvas de Janeiro a março foi no total de 702 mm.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi fazer um apanhado dos eventos extremos e os desastres naturais ocorridos na cidade de Aratuba - CE nos últimos 50 anos, entender seus padrões de frequência e suas devidas magnitudes. Além disso, falar especificamente sobre o evento extremo que resultou num desastre natural em março 2023, sua gênese e implicações.

A partir do que foi analisado, a clara diferença de frequência de eventos por ano a partir dos primeiros 25 anos e posteriormente os 25 anos finais, especialmente a partir do início do ano 2000, vemos que a frequência desses eventos aumenta consideravelmente, passando por um momento de 22 seguidos, de pelo menos um evento extremo ao ano, mesmo em cenários de estiagem ou seca - em alguns anos.

Apesar de um claro aumento na frequência, a diferença na quantidade de eventos não chega a ser significativa, onde a primeira metade tem no total 54 eventos e a outra metade 61 eventos, uma diferença de apenas 7 eventos. Ainda, um aspecto importante que vale a pena destacar é o número de eventos por categoria, enquanto os eventos fortes apresentam uma forte queda, os eventos moderados passam por um salto, além de aparecerem com mais frequência, como já destacado. Demonstrando um cenário que parece não fazer sentido, todavia a partir da análise do contexto, entende-se também o comportamento por vezes confuso que tem o semiárido.

Quanto a análise dos desastres naturais a partir do parâmetro dos Decretos de Situação de Emergência e Estado de Calamidade Pública, se mostram bastante úteis, uma vez que os dados são provenientes de fontes que estabelecem critérios sérios. Por outro lado, o melhor entendimento dos desastres naturais se esbarra nas informações limitadas e bastante recentes, demonstrando, que apesar de existir o entendimento do que são desastres naturais, e de, que eles ocorrem a muito tempo no Brasil, só se observou com seriedade e preocupação a pouco tempo, isso se demonstra no pouquíssimo recorte de tempo dos dados que SEDEC, CEDEC, DOU e a própria imprensa disponibilizam - o CEMADEN (Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais) por exemplo é bastante recente, tendo sua criação em 2014 - , especialmente quando falamos de cidades pequenas como é o caso de Aratuba.

Contudo, mesmo não havendo claros aumentos nas quantidades de desastres naturais entre as décadas, existe sim uma demonstração de aumento e compreende-se também que há uma preocupação maior tanto com o monitoramento, a prevenção e a mitigação desses eventos.

Quanto ao evento extremo de março de 2023, o dia do evento de fato não apresenta número de chuva elevado e tampouco o mês choveu para além do esperado. Pelo contrário, em outros locais do estado a atuação conjunta da ZCIT e do VCAN por vezes aumentam consideravelmente os valores pluviométricos, o que não foi o caso. Todavia, quando se trata de zonas de perigo, o risco sempre se faz presente, e por vezes se materializa.

Num âmbito geral se evidencia que a compreensão do impacto dos eventos climáticos extremos é recente e igualmente a compreensão do clima enquanto fator crucial para a existência humana, isso se demonstra com as recentes criações de órgãos governamentais, empresas, instituições empenhadas em compreender o fenômeno das mudanças climáticas

Nesse sentido, a partir de um cenário global de mudanças climáticas, não é extremo afirmar que, de fato existe um movimento de tendência ao crescimento na frequência dos eventos extremos de - muita - chuva. De fato, existem uma série de questões que envia a análise desses resultados, como por exemplo a falta de uma metodologia neste trabalho para compreender o fenômeno das secas/estiagens, bem como a frequência e a duração e com isso adicionar maior robustez a compreensão das mudanças climáticas no semiárido. Porém, é imprescindível compreender a realidade e a urgência das mudanças climáticas e que eles já tomam de conta e influenciam o semiárido.

NOTAS

¹ Os valores diários da FUNCEME tem seus registros feitos de 7 da manhã às 7 da manhã do dia seguinte. Ou seja, no dia do desastre de 15/06/2023 o valor registrado iniciou às 7h da manhã do dia 15 e terminou às 7h da manhã do dia 16.

REFERÊNCIAS

ABREU, Nair Júlia Andrade de. **Eventos pluviométricos extremos e inundações: impactos e percepção de riscos na sede do município de Maranguape, Ceará-Brasil**. 2019.

ALMEIDA, Gabriela. Tragédia em Aratuba: Prefeitura decreta estado de emergência por 90 dias. **O POVO**, Fortaleza, 17 de mar. de 2023. Disponível em: <<https://www.opovo.com.br/noticias/ceara/2023/03/17/tragedia-em-aratuba-prefeitura-decreta-estado-de-emergencia-por-90-dias.html>>. Acesso em: 7 jun. 2024.

ALVALÁ, Regina CS; BARBIERI, ALISSON FLÁVIO. Desastres naturais. **Mudanças climáticas em rede: um olhar interdisciplinar**. São José dos Campos, SP: Inpe, v. 1, p. 203-230, 2017.

Aratuba Online. Disponível em: <<https://www.aratubaonline.com.br/>>. Acesso em: 7 jun. 2024.

BÉTARD, François; PEULVAST, Jean-Pierre; CLAUDINO-SALES, Vanda. Caracterização morfopedológica de uma serra úmida no semi-árido do nordeste brasileiro: o caso do Maciço de Baturité-CE (morphopedological characterization of a humid mountain in the brazilian semi-arid north-east). **Mercator**, v. 6, n. 12, p. 107 a 126-107 a 126, 2007.

BRANDÃO, R. L.; FREITAS, L. C. B. [ORG]. Geodiversidade do estado do Ceará. Fortaleza: CPRM. 2014. 214 p.

CASTRO, Antônio Luiz Coimbra de. **Manual de planejamento em defesa civil.** Brasília: Ministério da Integração Nacional/Departamento de Defesa Civil, 1999.

Defesa Civil. Disponível em: <<https://www.defesacivil.ce.gov.br/>>. Acesso em: 5 jun. 2024.

EVENTO. *In*: Dicionário Priberam da Língua Portuguesa. Priberam Informática S.A., © 2008 - 2024. Disponível em: <https://dicionario.priberam.org/extremo>. Acesso: 10 de jun. de 2023.

FREIRE, Julliana Larise Mendonça; LIMA, Jeane Rafaela Araújo; CAVALCANTI, Enilson Palmeira. Análise de aspectos meteorológicos sobre o Nordeste do Brasil em anos de El Niño e La Niña. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 3, n. 1, p. 429-444, 2011.

FREITAS, BIA. Duas crianças e uma mulher de 21 anos morrem em deslizamento de terra em Aratuba. **O POVO**, Fortaleza, 16 de mar. de 2023 Disponível em: <<https://www.opovo.com.br/noticias/ceara/aratuba/2023/03/16/duas-criancas-e-uma-mulher-de-21-anos-morrem-em-deslizamento-de-terra-em-aratuba.html>>. Acesso em: 7 jun. 2024.

GOERL, Roberto Fabris; KOBAYAMA, Masato. Redução dos desastres naturais: desafio dos geógrafos Natural disaster reduction: the challenge of geographers. **Ambiência**, v. 9, n. 1, p. 145-172, 2013.

Imprensa Nacional. Disponível em: <<https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/core/start.action>>. Acesso em: 5 jun. 2024.

IPCC, 2012: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp

LIMA, Luiz Cruz; DE MORAIS, Jäder Onofre; DE SOUZA, Marcos José Nogueira. **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará.** Funece, 2000.

MARENGO, José A. Mudanças climáticas, condições meteorológicas extremas e eventos climáticos no Brasil. *In*: MARENGO, José A.; SCHAEFFER, Roberto; PINTO, Hilton Silveira; ZEE, David Man Wai. Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil. **Rio de Janeiro: FBDS**, 2009.

MONTEIRO, Jander Barbosa. Desastres naturais no estado do Ceará: uma análise de episódios pluviométricos extremos. 2016.

MONTEIRO, Jander Barbosa; ZANELLA, Maria Elisa. A metodologia estatística dos eventos extremos de precipitação: uma proposta autoral para análise de episódios pluviométricos diários. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 32, p. 494-516, 2023.

MONTEIRO, Jander Barbosa; ZANELLA, Maria Elisa. Eventos extremos no estado do Ceará, Brasil: uma análise estatística de episódios pluviométricos no mês de março de 2019. **GeoTextos**, 2019.

OLÍMPIO, João Luís Sampaio; ZANELLA, Maria Elisa. Distribuição espaço-temporal dos desastres naturais associados à dinâmica climática no estado do Ceará. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 30, p. 110-131, 2015.

PONTES, Nadia. Impactos da seca na Amazônia devem se estender por meses. **DW**, Brasil, 25 de out. de 2023 Disponível em: <<https://www.dw.com/pt-br/impactos-da-seca-extrema-na-amaz%C3%B4nia-devem-se-estender-por-meses/a-67213481>>. Acesso em: 10 jun. 2024.

Proteção e Defesa Civil. Disponível em: <<https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/protecao-e-defesa-civil>>. Acesso em: 5 jun. 2024.

RAMIRES, Ana Rute. 250 famílias foram removidas de áreas de risco em três municípios cearenses. **O POVO**, Fortaleza, 20 de mar. de 2023. Disponível em: <<https://www.opovo.com.br/noticias/ceara/2023/03/20/250-familias-foram-removidas-de-areas-de-risco-em-tres-municipios-cearenses.html>>. Acesso em: 7 jun. 2024.

SILVA NETO, José Augusto da. Dinâmica hidroclimática e tipos de clima da serra de Baturité (CE). 2020.

SOUZA, J. M. N. ; OLIVEIRA, V. P. V. de . Os enclaves úmidos e sub-úmidos do semi-árido do nordeste brasileiro. **Mercator** (Fortaleza. Online), v. I, p. 85-102, 2006.

S2ID - Sistema Integrado de Informações sobre Desastres v3.8.7. Disponível em: <<https://s2id.mi.gov.br/paginas/index.xhtml>>. Acesso em: 5 jun. 2024.

Trecho da CE-257 em Aratuba é destruído devido às chuvas. **Diário do Nordeste**, Fortaleza, 01 de mai. de 2014. Disponível em: <<https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/regiao/trecho-da-ce-257-em-aratuba-e-destruido-devido-as-chuvas-1.1007203>>. Acesso em: 7 jun. 2024.