



URBANIZAÇÃO E IMPACTOS AMBIENTAIS NO MUNICÍPIO DE MACAÉ: UMA ANÁLISE CLIMATÓLOGICA

*Urbanization and environmental impacts in the municipality
of Macaé: a climatological analysis*

*Urbanización e impactos ambientales en el municipio de
Macaé: un análisis climatológico*

Charlene Oliveira Damasceno  

Universidade Federal Fluminense-UFF
charlene_damasceno@id.uff.br

Maria Carla Barreto Santos Martins  

Universidade Federal Fluminense-UFF
maria_carla@id.uff.br

Resumo: A adaptação humana ao meio ambiente natural, influenciado por fatores climatológicos tem sido crucial para a sobrevivência ao longo da história, colocando em jogo as condições de qualidade de vida das pessoas, principalmente nas áreas urbanas. As maiores preocupações da atualidade estão pautadas principalmente na ocorrência e recorrência de eventos extremos e atípicos em todo planeta. Por conta disto, estudos da climatologia urbana ganham complexidade dirigindo-se cada vez mais a estes tipos de riscos, tais como os aumentos e reduções de temperaturas, de pluviosidade, efeito estufa e suas principais consequências: enchentes e inundações, desabamentos, ilhas de calor e epidemias. Em Macaé, no Norte do Estado Fluminense, estas preocupações também são existentes, e de maior atenção destinada para os efeitos causados pelas chuvas intensas e ventos fortes. Cabe a este artigo apresentar os principais eventos extremos de ocorrência no Município, através dos alertas publicados pela Secretaria Municipal Adjunta da Defesa Civil, bem como a atuação da mesma e suas estratégias adotadas pelos Planos de Contingências no período de 2013 a 2023. Neste intuito, percebe-se que apesar da previsibilidade legal e documental, Macaé ainda enfrenta desafios severos no tempo de resposta e em ações mitigadoras, que por muitas vezes são consequência do despreparo e desarticulação das equipes multidisciplinares envolvidas, da burocracia, e acima de tudo da negligência do Planejamento Urbano que não direciona suas atenções e investimentos para os locais mais vulneráveis socio-ambientalmente, não suprindo carências de infraestrutura urbana e assistência social.

Palavras-chave: Clima. Defesa Civil. Eventos extremos e mudanças climáticas.

Abstract: Human adaptation to the natural environment, shaped by climatological factors, has been crucial for survival throughout history, directly impacting people's quality of life, especially in urban areas. Today's greatest concerns center on the occurrence and recurrence of extreme and atypical events worldwide. As a result, urban climatology studies are becoming increasingly complex, focusing on risks such as temperature fluctuations, changes in rainfall patterns, the greenhouse effect, and its main consequences: floods, landslides, heat islands, and epidemics. In Macaé, in northern Rio de Janeiro state, these concerns are also present, with particular attention given to the effects of heavy rainfall and strong winds. This article examines the municipality's main extreme weather events based on alerts issued by the Deputy Municipal Civil Defense Secretariat, as well as the actions and strategies outlined in the Contingency Plans from 2013 to 2023. Despite legal and documentary provisions, Macaé continues to face serious challenges related to response time and mitigation efforts, often due to inadequate preparation, lack of coordination among multidisciplinary teams, bureaucratic obstacles, and, most critically, the neglect of urban planning. Insufficient attention and investment in the most socio-environmentally vulnerable areas have led to persistent deficiencies in urban infrastructure and social assistance.

Keywords: Climate. Civil Defense. Extreme Weather and climate change.

Resumen: La adaptación humana al medio natural, influenciada por factores climatológicos, ha sido crucial para la supervivencia a lo largo de la historia, afectando directamente la calidad de vida de las personas, especialmente en las zonas urbanas. Las mayores preocupaciones actuales se centran en la ocurrencia y recurrencia de fenómenos extremos y atípicos en todo el planeta. Por ello, los estudios de climatología urbana son cada vez más complejos y se enfocan en estos riesgos, como los cambios en las temperaturas, las precipitaciones, el efecto invernadero y sus principales consecuencias: inundaciones, deslizamientos de tierra, islas de calor y epidemias. En Macaé, al norte del estado de Río de Janeiro, estas preocupaciones también están presentes, con especial atención a los efectos causados por las lluvias torrenciales y los fuertes vientos. Este artículo analiza los principales eventos extremos ocurridos en el municipio, a partir de las alertas emitidas por la Subdirección Municipal de Defensa Civil, así como las acciones y estrategias adoptadas en los Planes de Contingencia para el período 2013-2023. A pesar de la previsión legal y documental, Macaé sigue enfrentando serios desafíos en cuanto a los tiempos de respuesta y las acciones de mitigación, a menudo debido a la falta de preparación y coordinación entre los equipos multidisciplinarios involucrados, la burocracia y, sobre todo, la negligencia en la planificación urbana. La falta de atención e inversión en las áreas más vulnerables socioambientalmente ha generado deficiencias persistentes en infraestructura urbana y asistencia social.

Palabras clave: Clima. Defesa Civil. Eventos extremos e câmbios climáticos.

Submetido em: 01/09/2024

Aceito para publicação em: 13/03/2025

Publicado em: 18/03/2025

1. INTRODUÇÃO

A Organização Meteorológica Mundial (OMM) confirmou que o ano de 2023 foi oficialmente o mais quente registrado. Com a publicação *Provisional state of the global climate 2023*, versão provisória do Estado Global do Clima 2023, destacou-se que a temperatura média da superfície global ficou 1,4°C acima da média do período de 1850/1900 (WMO, 2023). Em consonância, o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) apresentou o panorama da atual situação no Brasil, evidenciado o ano de 2023 como o mais quente desde a década de 60, com 1,6°C de desvio registrados no mês de setembro acima das médias históricas nos períodos de 1961/ 1991 e 1991/2020. No caso Brasileiro, o INMET explica que é reflexo dos impactos do *El Niño*, fenômeno do aquecimento anômalo das águas do Oceano Pacífico Equatorial (INMET, 2023).

De fato, o aumento dos gases do efeito estufa e as mudanças na composição físico-química da atmosfera ocasionam eventos extremos que prejudicam não apenas ciclos da produção alimentos no mundo. Deixam cada vez mais instável a produtividade da agricultura, bovinocultura e piscicultura que compõem a base da segurança alimentar em todo planeta.

Estes eventos, também afetam diretamente as condições de sobrevivência e qualidade de vida das pessoas nas áreas urbanas. São cada vez mais recorrentes e potencializados pelos processos de *urbanização corporativa* (Santos, 1993), cujas políticas são regidas pelo interesse de uma minoria abastarda e corporativa, acima dos interesses de uma minoria pobre (Santos, 1993). Cada vez mais as contradições sociais se tornam facilmente observadas em qualquer cidade de porte médio ou superior do Brasil, e qualquer país pobre, deixando de ser centradas nas reais necessidades humanas, incluindo então as compreensões acerca dos muitos problemas ambientais contemporâneos.

No município de Macaé, localizado no Norte Fluminense, este modelo de *urbanização corporativa* se torna cada vez presente e marcada em seu território principalmente a partir do final da década de 1970. Intensificada pela aceleração econômica e aumento populacional abrupto, oriunda das atividades ligadas a extração de petróleo e gás, a cidade se torna alvo de problemas ambientais que afetam diretamente o cotidiano de sua população.

Nos últimos anos, registra-se que o aumento de eventos extremos tem se tornado mais constantes e cada vez impactantes para a sociedade. Ondas de calor, ventos fortes e chuvas intensas, segundo o mapeamento da Defesa Civil Municipal são os mais recorrentes. Contudo,

apesar de a cidade ser acometida a décadas com estas consequências climáticas, apenas a partir de 2021 a Defesa civil vem se dedicando a realizar o mapeamento destas áreas de riscos para implantação de ações mitigadoras em seu planejamento urbanos, e emissão de alertas mais precisos à população.

Cabe a este artigo analisar os impactos dos eventos extremos no município de Macaé de 2013 a 2023 através dos relatórios de mapeamento e alertas publicados pela secretaria de defesa Civil Municipal.

2. METODOLOGIA

Esta pesquisa tem o caráter exploratório e descritivo, efetuando-se em duas etapas. Uma primeira que envolve estudos descritivos, e uma base teórica realizada a partir de pesquisa bibliográfica sobre os conhecimentos sobre a climatologia urbana e seus fenômenos climáticos urbanos. Uma segunda etapa evidencia-se a partir de base histórica e outra empírica, norteadas pela análise de dados de fontes secundárias, das publicações dos alertas climáticos e dos Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil do Município de Macaé-Rj.

Os alertas estão classificados-categorizados por ano, em um período de 11 anos, 2013 a 2023, de acordo com a tipologia dos impactos a serem causados ou com potencialidade de ocorrência:

- I) Chuvas fortes ou intensas;
- II) Ventos fortes ou intenso e ressacas;
- III) Chuvas e ventos fortes ou intensos;
- IV) Estado de alerta, alerta laranja ou amarelo;
- V) Outros impactos climáticos.

As chuvas fortes ou intensas são aquelas com potencial de causar enchentes, alagamentos, deslizamentos e/ou algum impacto direto aos sistemas e equipamentos urbanos. Ventos fortes e ou intensos e ressacas são aqueles acima de 20km/h e que podem gerar impactos negativos; e as ressacas, consideradas neste trabalho, são aquelas cuja caracterizadas por ondas fortes, de alta intensidade e pela agitação intensa do mar

ocasionando possíveis erosões costeiras. A combinação dos itens I e II, são outro ponto de atenção para emissão dos comunicados, sendo uma das maiores preocupações do Poder Público Municipal. O item IV destacam-se as possibilidades de ocorrência de algum evento climático que cause danos muitos severos, e acima do esperado, para cidade e para a sociedade: desabamentos, alagamentos, enchentes e inundações, epidemias, ou qualquer tipo de desastre natural. O item V considera outros impactos climáticos tais como ressacas marítimas, geadas, ou ao aumento ou redução das médias de temperaturas, tais como as ondas de calor, ondas frias, e frentes quentes e frias.

3. CLIMA E IMPACTOS URBANOS

Por sobrevivência, as questões relativas à exposição ao meio natural, seus impactos e suas condicionantes ambientais, sempre foram condicionantes adaptativa à sobrevivência humana na Terra, ainda por muitas vezes incompatíveis à sua própria existência, destacando-se então as características do clima, a topografia e vegetação da localidade. Tornava essencial o conhecimento sobre o comportamento do clima local e seus fatores e elementos (radiação, temperatura, ventos, umidade, dentre outros), bem como o conhecimento dos materiais disponíveis e seu comportamento em relação ao conforto térmico.

A consolidação destes saberes produzidos ao longo da existência da humanidade começa a ter maior interesse científico-acadêmico a partir do século XVII, com o início das pesquisas sobre o clima urbano. Neste período, os principais impactos estavam diretamente relacionados a produção do espaço urbano e o processo de industrialização. *“O marco histórico data de 1661, com o estudo de a obra de John Evelyn – Fumifugium (1976) sobre o clima urbano de Londres, motivado pela ocorrência do episódio de alta concentração de poluentes, que causou a morte de cerca de quatro mil pessoas”* (JUNIOR, 2019, p. 2).

Contudo, a partir do século XIX, Castelhana (2020) destaca a obra publicada por Luke Howard em 1818, intitulada de *The Climate of London*, cujos estudos descreveram os principais elementos climáticos (nuvens, precipitação, temperatura), seus ciclos sazonais e mensais, detalhando os níveis de contaminação do ar. Muito além disto, o autor ainda realizou observações sobre as diferenças de temperatura do a nas áreas das cidades e do meio rural das localidades vizinhas as Londres. Sobre a obra, Castelhana (2020, p.19) pondera: “Nesta

época, pode-se dizer que o estudo do clima urbano já incorporava atributos clássicos para os estudos dos climas em escala local.”

Castelhana (2020, p.23) com base nos estudos de Landsberg (*The urban climate*), sintetizados na obra de Ayoade (1986), “Introdução à climatologia para os trópicos”, apresentou um quadro comparativo sobre os efeitos do clima na cidade em relação à zona rural com alguns parâmetros (quadro 01).

Quadro 1- Efeitos do clima na cidade em relação à zona rural.

| Elementos | Efeitos | Zona urbana em comparação à zona rural |
|---------------------|------------------------------|--|
| Qualidade do ar | Material particulado | 10 vezes mais |
| | Dióxido de enxofre | 5 vezes mais |
| | Dióxido de carbono | 10 vezes mais |
| Nebulosidade | Monóxido de carbono | 25 vezes mais |
| | Cobertura de nuvens | 3 a 10% a mais |
| Precipitação | Quantidade total | 5 a 10% a mais |
| | Dias de chuva c/ 5mm ou mais | 10% a mais |
| | Queda de neve | 5% a menos |
| Temperatura | Dia com neve | 14% a menos |
| | Média anual | 0,5 a 1,0 °C a mais |
| | Mínimas de inverno | 1,0 a 2,0 °C a mais |
| Umidade relativa | Média anual | 6% a menos |
| | Inverno | 2% a menos |
| Velocidade do vento | Verão | 8% a menos |
| | Média anual | 20 a 30% menos |
| | Movimentos extremos | 10 a 20% menos |
| | Calmarias | 5 a 20% a mais |

Fonte: Castelhana (2020), elaborado pelos autores (2024)

De fato, não apenas os estudos sobre a climatologia urbana ao longo da história apontam estas preocupações. Os processos de formação e produção dos espaços urbanos, diagnosticados por áreas diversas da ciência, também conferem importância e consequências que os as áreas urbanizadas abarcam sobre os fenômenos ambientais. Estas percepções estão demonstradas em estudos sobre a Urbanização, que destacam como a industrialização e o rápido crescimento populacional e transformações do albedo natural (aumento do espaço construído e edificado) acarretaram e acarretam problemas urbanos que potencializam a questão ambiental, como destaca Spósito (2021, p. 55).

A cidade recebeu diretamente as consequências do rápido crescimento populacional imprimido pela Revolução Industrial, e sofreu, a nível de estruturação de seu espaço interno, muitas transformações. O rápido crescimento populacional gerava uma procura por espaço, e por outro lado o crescimento territorial das cidades do sec. XVII e primeira metade do sec. XIX estava restrito a um determinado nível, além do que ficava impossível percorrer a pé a distancias entre os locais de moradia e trabalho. Ou seja, o crescimento populacional não podia ser acompanhado em seu ritmo pelo crescimento territorial. Paralelamente, o desenvolvimento do modo de produção capitalista já tornara a terra também uma mercadoria, o que significava que o acesso a uma parcela do espaço destas cidades estava mediado, pela compra ou aluguel de terrenos, com construções ou não.

A produção do modo capitalista do espaço urbano também é levada em pauta, e reforçada por outros autores como Harvey (2016), que complementa que estes processos nas cidades capitalistas atuais, o valor de troca é mais relevante gerando cidades cada vez menos centradas nas necessidades reais da sociedade. Santos (1993), ainda respalda que, os processos de urbanização, principalmente no terceiro mundo, são regidos pelo interesse de uma minoria corporativa e rica (valores de troca) sobrepondo às necessidades de uma minoria pobre (valores de uso), justificando, assim, as contradições sociais tão facilmente observadas em qualquer cidade de porte médio ou superior do Brasil e qualquer país pobre. A esses processos o autor denomina urbanização corporativa.

Sob estes aspectos, se torna cada possível tecer compreensões acerca dos muitos problemas ambientais contemporâneos. Para Castelhana (2020), em espaços produzidos segundo essa lógica, as questões ambientais são comumente deixadas de lado. Enquanto se trata “apenas” de uma necessidade humana, não é distante aparecer ambientes urbanos em que transparece o descaso do poder público em relação a essa questão. Como resultado, as formas de apropriação do clima no espaço urbano não oferecem aos lugares as mesmas condições e maneiras de superação, controle e suporte dos processos atmosféricos que ocorrem na cidade.

Com os impactos sendo cada vez mais severos por todas as áreas do planeta, as maiores preocupações da atualidade estão pautadas principalmente na ocorrência e recorrência de eventos extremos e como se repercutem nas áreas urbanas. Para Monteiro (1976; 1990; 2003), o problema é relevante, e a leitura tem sido realizada principalmente por geógrafos e meteorologistas que buscam modelizar e interpretar como a atmosfera das e nas

cidades tendem a acontecer, movimentar-se e constituir-se em uma configuração própria, convencionalmente chamado de Clima Urbano.

Por conta disto, estes estudos da climatologia urbana se tornam cada mais populares e necessários, e ganham complexidade dirigindo-se cada vez mais aos riscos associados que os eventos extremos provem. Os principais riscos e vulnerabilidades atuais relativas à questão climática estão pautadas aos aumentos e reduções de temperaturas, de pluviosidade, efeito estufa e sendo suas principais consequências as enchentes e inundações, desabamentos, ilhas de calor e epidemias, colocando em jogo as condições de sobrevivência e qualidade de vida das pessoas, principalmente nas áreas urbanas.

Desta forma, compreendemos o exposto por Monteiro (1976) ao afirmar a necessidade da inserção de estudos climáticos e ambientais nas perspectivas de planejamento urbano. Para o autor, essa seria a ferramenta mais adequada para criação e a gestão de cidades com ambientes menos degradantes (CASTELHANO, 2020, p. 46-47).

4. MACAÉ: UMA CIDADE CLIMATOLOGICAMENTE IMPACTADA

Macaé é uma cidade localizada na Região Norte do estado do Rio de Janeiro, Brasil. Geomorfologicamente, caracteriza-se por uma combinação de áreas planas, colinas e montanhas. As áreas planas, predominantemente presente por toda sua costa litorânea, são compostas, na região central, por grandes áreas de várzeas, ou seja, áreas naturalmente propensas a inundações devido à sua baixa elevação e elevação negativa na maior extensão, e ao seu ciclo aluvial. Esta centralidade também é a zona mais urbanizada, cuja população da cidade se concentra, e por conta disto, enfrentam desafios específicos relacionados a enchentes e inundações acima do ciclo natural potencializadas pela urbanização acelerada e ao modelo de planejamento urbano-ambiental adotado. Nas áreas de serras e colinas, apesar de suas maiores altitudes e urbanização diminuta, os impactos por conta da pluviosidade excessiva, associadas a ocupação de riscos também são preocupações constantes evidenciadas pelo poder público local.

No Brasil, muitas pessoas morrem anualmente pelas inundações. Outras perdem todo o patrimônio familiar alcançado com muitos anos de trabalho e esforço. É comum a combinação dos dois fenômenos - deslizamento e alagamento - em áreas urbanas acidentadas, como ocorre no Rio de Janeiro e em cidades serranas. Em cidades litorâneas, cortadas por rios e canais, onde se constroem em cotas baixas, como Macaé e cidades da Baixada Fluminense, o crescimento desordenado em áreas de planície de inundação e a coincidência de marés altas, contribuem para agravar o problema. (SECRETARIA ADJUNTA DA DEFESA CIVIL, 2024, p.1).

Ao longo de sua formação econômica, com a transformação de eminentemente agrícola para a indústria do petróleo e gás na década de 70, o desenvolvimento econômico da cidade de Macaé se tornou altamente impactante nas questões ambientais. Este modelo de industrialização impulsionou diretamente ao aumento populacional e o acelerado processo de urbanização, pressionando cada vez mais as infraestruturas da cidade.

Em contraponto, o planejamento urbano ambiental nas últimas décadas fora voltado para políticas públicas negligentes as questões socioambientais, não promovendo de fato a proteção as ocupações irregulares nas áreas de Áreas de Proteções Permanentes-APP da cidade, e ações de cunho socio-habitacional para evitar a favelização nestas áreas decorrente do grande crescimento migratório e busca de emprego, estimulado pela indústria do Petróleo e Gás, que nem sempre absorve a mão de obra menos qualificada. Como consequência do descaso, Macaé sofreu e ainda sofre com o assoreamento e poluição oriunda dos esgotos lançados recorrente nos rios e áreas de manguezais que a cada dia vão se degradando e prejudicando a pesca artesanal, e os ecossistemas.

Os impactos, além de impulsionados pelos problemas urbanos, ocupação urbana e descaso público, se tornaram iminentes e potencializados por questões dos sistemas climáticos globais. A Defesa Civil da cidade, estruturada para atendimentos deste tipo de emergências, ao longo dos últimos anos vem mapeamento de maneira regular os riscos mais recorrentes em Macaé, por conta de eventos climáticos e, evidentemente, as áreas de maiores exposições a estes riscos. Embasados por estes planos, percebe-se que as áreas mapeadas e de maior exposição e a tipologia do risco, conforme a figura 01 abaixo apresentada.

Figura 1: Bairros de Macaé e suas vulnerabilidades climáticas

4.1. IDENTIFICAÇÃO DE BAIRROS MAIS VULNERÁVEIS

| Bairros | Vulneráveis a: |
|---|---------------------------------------|
| Piracema, Aguas Maravilhosas, Nova Holanda, Nova Esperança, Campo do Oeste, Centro, Cajueiros, Malvinas, Ilha Leocádia, Novo Cavaleiros, Bairro da Glória, Riviera Fluminense, Sol y Mar, Jardim Esperança, Engenho da Praia, Lagomar, Visconde de Araújo, Aterrado do Imbuuro e Virgem Santa | Alagamento/Inundação |
| Ladeira do Santana, Jardim Vitória, Visconde de Araújo, Campo d’Oeste, Miramar, Novo Horizonte, Aroeira, Horto, Ajuda de Baixo, Imbetiba, Barra do Sana, Estrada do Sana, Córrego do Ouro, Frade, Glicério, óleo, Trapiche, Serra da Cruz e Serro Frio | Deslizamento |
| Aroeira, Sana e Frade | Rolamento de Matacão |
| Fronteira, Barra de Macaé e Cavaleiros | Ressaca, erosão costeira |
| Glicério, óleo, Trapiche, Córrego do Ouro, Serra da Cruz e Bicuda Pequena | Erosão de margem e fluvial enxurradas |

Fonte: Secretaria Adjunta da Defesa Civil do Município de Macaé, 2021 a 2024.

Este mapeamento está representado nos sucessivos Planos de Contingências de Proteção e Defesa Civil, iniciados desde 2014, e revisados anualmente.

Historicamente, nos últimos 11 anos, de 2013 a 2023, a necessidade de atuação e respostas deste Órgão foi se tornando cada mais necessária como reflexo das sucessivas ocorrências climáticas extremas em todo Município. Por conta disto, no ano de 2013 foi instaurado um Núcleo de Defesa Civil na Região Serrana, no Sana, e um pouco mais tarde, em 2014, iniciaram-se os esboços do Plano de Contingência. Em 2018, o Governo do Estado instalou um Gabinete de Crise para melhor atender as ocorrências ambientais na região, e em 2022 foi inaugurado na cidade o Centro de Monitoramento e Operações da Defesa Civil, com o objetivo de monitorar ocorrências e desastres ambientais e coordenar ações em todo o Município, sejam elas ações mitigadoras e/ou de reparação.

Ao passo que foram se consolidando as estruturas públicas para a Defesa Civil, também passou-se organizar a divulgar à sociedade comunicados sobre as condições meteorológicas que pudessem ocasionar danos a sociedade e/ou a infraestrutura urbana (ver tabela 01).

Tabela 1: Alertas climáticos da Defesa Civil 2013-2023

| Eventos | Quantidade de alertas por ano | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
| Chuvas fortes ou intensas | 12 | 3 | 3 | 4 | - | 31 | 21 | - | 12 | 20 | 11 |
| Ventos fortes ou intensos | 1 | 1 | - | - | - | 2 | 1 | 1 | 3 | 6 | 1 |
| Chuvas e ventos fortes ou intensos | - | 1 | - | - | - | 1 | 1 | 2 | 5 | 8 | 5 |
| Estado de alerta/ alerta amarelo-laranja | 4 | 1 | 1 | 1 | - | 3 | - | - | 3 | 10 | 4 |
| Treinamento /ações/ preparo de equipes municipais | 10 | 2 | 4 | 1 | - | 19 | 3 | 2 | 9 | 10 | 5 |
| Outros impactos Climáticos | 1 | - | - | 1 | - | 2 | - | - | 1 | 1 | - |
| Total | 28 | 8 | 8 | 7 | 0 | 58 | 26 | 5 | 33 | 55 | 26 |

Em 2017, não foram publicadas no site da Defesa Civil nenhum tipo de alerta

Fonte: Secretaria Adjunta da Defesa Civil do Município de Macaé, 2021 a 2024, elaborado pelos autores (2024)

Os dados da figura 01 refletem os resultados do trabalho das equipes destas novas estruturas implementadas nos últimos 11 anos através do aumento significativo do número de alertas divulgados, com exceção do ano de 2020, pois houve uma redução dos comunicados voltados as questões climáticas por conta do foco direcionado para pandemia do Covid. Contudo, em 2021, as notificações foram retomadas apontando os acréscimos consideráveis.

Entre os tipos de ocorrência, aproximadamente 26,24%, são relativas às chuvas intensas, tendo seu marco de registros nos anos de 2018, 2019 e 2022. Em 2022 também foi o ano com maiores alertas de riscos e estados de alerta do município, sendo dos 27 publicados, 10 neste ano (37,03%) reafirmando a necessidade de maior comunicação com a população nos casos da possibilidade de maior exposição aos riscos climáticos.

O ano de 2018 também se respaldou com as maiores ações por parte do poder público municipal. De acordo com as publicações do Defesa Civil, dentre os 75, foram emitidas 19

(25,33%) comunicados de as atividades públicas realizadas de forma mitigar e/ou preparar equipes para os impactos negativos do clima, principalmente por conta das chuvas. Os três últimos Planos, de 2021-2022, 2022-2023 e o de 2023-2024 deixam evidentes em sua finalidade nestas preocupações com os impactos das chuvas, endossando estes números maiores de alertas sobre elas.

O Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil- PLANCON para Chuvas Intensas do Município de Macaé estabelece os procedimentos a serem adotados pelos órgãos envolvidos na resposta à emergências e desastres quando da situação direta ou indireta, recomendando e padronizando a partir da adesão dos órgãos signatários os aspectos relacionados ao monitoramento, alerta, alarme e resposta, incluindo as ações de socorro, ajuda humanitária e reabilitação de cenários a fim de reduzir os danos e prejuízos decorrentes dos eventos adversos. (SECRETARIA ADJUNTA DA DEFESA CIVIL DO MUNICÍPIO DE MACAÉ, 2023, P.5)

Dentre os principais riscos apresentados nestes estudos, todos estão relacionados ao modelo de urbanização-ocupação do solo (ver localidades indicadas) com às chuvas, ainda que aparentemente sejam classificados dentro dos grupos de riscos geológicos e hidrológicos, tal como apresentado na figura 02 abaixo.

Figura 2: Classificação de ameaças/perigos naturais

| NATURAIS | | | | | | |
|---------------|--------------------------|----------------------------------|----------------------|-----------------------|--|-----------|
| GRUPO | SUBGRUPO | TIPO | SUBTIPO | COBRADE | SITUAÇÃO | |
| GEOLÓGICO | MOVIMENTO DE MASSA | Quedas, tombamentos e rolamentos | Blocos | - | NÃO HÁ | |
| | | | Lajes | - | NÃO HÁ | |
| | | | Matacão | 1.1.3.1.3 | Aroeira (Pedreira), Sana | |
| | | | Lascas | 1.1.3.1.4 | Aroeira (Pedreira) | |
| | EROSÃO | Deslizamentos | Solo e/ou rocha | 1.1.3.2.1 | Ladeira de Santana, Beco de São Jorge, Jardim Vitória, Visconde de Araújo, Campo d'Oeste, Miramar, Novo Horizonte, Aroeira, Horto, Ajuda de Baixo, Imbetiba, Portal do Sana, Estrada do Sana, Córrego do Ouro, Frade, Glicério, óleo, Trapiche, Serra da Cruz e Serro Frio | |
| | | | Corridas de massa | - | - | NÃO HÁ |
| | | | EROSÃO | Erosão costeira | 0 | 1.1.4.1.0 |
| | Erosão de margem fluvial | 0 | | 1.1.4.2.0 | Glicério, óleo, Trapiche, Serra da Cruz e Bicuda Pequena | |
| | Erosão continental | - | | - | NÃO HÁ | |
| HIDROLÓGICO | INUNDAÇÃO / ALAGAMENTO | 0 | 0 | 1.2.1.0.0 / 1.2.2.0.0 | Piracema, Aguas Maravilhosas, Nova Holanda, Nova Esperança, Campo do Oeste, Centro, Cajueiros, Malvinas, Ilha Leocádia, Novo Cavaleiros, Bairro da Glória, Riviera Fluminense, Sol y Mar, Jardim Esperança, Engenho da Praia, Lagomar, Visconde, Aterrado do Imburo e Virgem Santa | |
| | ENXURRADA | 0 | 0 | | Sana, Glicério, Córrego do Ouro e Bicuda Pequena | |
| METEOROLÓGICO | TEMPESTADES | Tempestade local convectiva | Tornados | - | NÃO HÁ | |
| | | | Tempestades de raios | - | NÃO HÁ | |
| | | | Granizos | - | Áreas diversas do município. | |
| | | | Chuvas Intensas | 1.3.2.1.4 | Malvinas, Ilha Leocádia, Nova Esperança, Piracema, Jardim Esperança, Ajuda de Baixo, Engenho da Praia, Lagomar, Centro, Novo Cavaleiros, Miramar, Sol y Mar, Visconde de Araújo, Riviera, Nova Holanda, Nova Esperança. | |

Fonte: Secretaria Adjunta da Defesa Civil do Município de Macaé, 2021 a 2024.

Estes eventos são classificados por uma matriz de risco que destaca o grau de

severidade e frequência de sua ocorrência (figura 02 e quadro 01).

Quadro 2: Matriz de Classificação de Riscos- legenda

| SEVERIDADE | | FREQÜÊNCIA | RISCO |
|------------|--------------|------------------------|----------------|
| I- | Desprezível | A- Extremamente Remota | 1- Desprezível |
| II- | Marginal | B- Remota | 2- Menor |
| III- | Crítica | C- Improvável | 3- Moderado |
| IV- | Catastrófica | D- Provável | 4- Sério |
| | | E- Frequente | 5- Crítico |

Fonte: Secretaria Adjunta da Defesa Civil do Município de Macaé, 2021 a 2024., editado pelos autores (2024)

Quadro 3: Classificação dos riscos ordenados por prioridade

| RISCOS 5- CRÍTICOS | | | |
|--------------------|--|------------|------------|
| PRIORIDADE | EVENTO | FREQÜÊNCIA | SEVERIDADE |
| 1 | Chuvas intensas/inundações e alagamentos | E | IV |
| 2 | Deslizamentos de encostas | D | IV |
| RISCO 4- SÉRIO | | | |
| 3 | Rolamento de rochas ou matacões | D | III |
| 4 | Erosão de margens fluvial | D | III |
| RISCO 2- MENOR | | | |
| 5 | Rompimento de barragens | A | IV |

Fonte: Secretaria Adjunta da Defesa Civil do Município de Macaé, 2021 a 2024.

No quadro 03 acima, tem-se como destaque as chuvas intensas, inundações e os possíveis alagamento com alta frequência e grau de severidade catastrófica (quadro 1). Por conta disto, “fica evidenciado o seguinte: a) ações para evitar, prevenir e/ou mitigar efeitos de chuvas intensas e/ou de inundações e/ou alagamentos e, ainda, de deslizamentos de encostas devem ser prioridade absoluta;” (SECRETARIA ADJUNTA DA DEFESA CIVIL DO MUNICÍPIO DE MACAÉ, 2023, P. 18).

Diante deste cenário, os comunicados de alertas relativos aos riscos de chuva/inundações/alagamentos e deslizamentos de encostas obedecem a critérios de classificação por cores e níveis de pluviométricos (mm) como destacam as figuras 03 e 04.

Figura 3: Classificação de alertas por cores e órgão decretantes

| Nível de Normalidade | Nível de Observação | Nível de Atenção | Nível de Alerta | Nível de Alerta Máximo | Situação de Emergência | Estado de Calamidade Pública |
|-----------------------------|---------------------|------------------|-----------------|------------------------|-------------------------|------------------------------|
| Normalidade | Moderado | Alto | Muito Alto | Muito Alto | Crítico | Extremamente Crítico |
| Decretado pela Defesa Civil | | | | | Decretado pelo Prefeito | |

Fonte: Secretaria Adjunta da Defesa Civil do Município de Macaé, 2021 a 2024.

Figura 4: Classificação de alertas nos casos de risco 5

| RISCO 5: Chuvas intensas/Inundações /Alagamentos e Deslizamento de Encostas. | | | |
|--|--------------|------------------|------------------|
| Quadro de Alerta e Alarme - Pluviométrico | | | |
| ACUMULADO | ATENÇÃO | ALERTA | ALERTA MÁXIMO |
| | Nível Alto | Nível Muito Alto | Nível Muito Alto |
| Em 1 hora | 05 a 20mm | 20 a 40 mm | >40 mm |
| Em 24 horas | 40 a 80 mm | 80 a 150 mm | >150 mm |
| Em 96 horas | 100 a 175 mm | 175 a 250 mm | >250mm |

Fonte: Secretaria Adjunta da Defesa Civil do Município de Macaé, 2021 a 2024.

Até o ano de 2019, os informes e alertas não apresentavam estas padronizações de cores associadas. Apenas a partir de 2020, os padrões de alertas começaram a adotar este tipo de classificação, sendo publicado com maior recorrência pelo site da Prefeitura, na página da Defesa Civil.

Como resposta a estes possíveis desastres e ocorrências, a Secretaria Municipal Adjunta da Defesa Civil- SEMDEMAC através deste Planos, instituiu 12 protocolos operacionais que criam critérios para atuação, e de acordo com o grau de criticidade e impactos envolvem os demais agentes e órgãos públicos. Estes protocolos vão, por exemplo, da simples definição de quem publicam as notícias e alertas as responsabilidades gerais de cada entidade e sua atuação (critérios de autoridade). Também estabelecem as condições para montagem de abrigos temporários, remoção de famílias, demolição de imóveis, e sobre o processo de retomada da normalidade.

Contudo, apesar de uma estrutura documental e legalmente cada vez mais robusta e prepara, a cidade ainda permanece climatologicamente impactada negativamente. O tempo de resposta do município, apesar de instituído de até 8 horas, por muitas vezes não é o suficiente para mitigação dos impactos e na proteção da vida e do patrimônio das populações afetadas. A velocidade e a eficiência variam significativamente entre as regiões/zonas da cidade, refletindo desigualdades regionais e socioeconômicas. As áreas mais centrais, mais urbanizadas, com mais recursos e infraestrutura geralmente têm uma capacidade de resposta mais ágil e eficaz. Em contraste, as regiões mais afastadas do Zona Urbana de menores densidades e mais pobres, com recursos limitados, enfrentam maiores dificuldades em lidar com desastres, resultando em respostas tardias e menos eficazes, o que potencializa o número de vítimas e a extensão dos danos.

A realidade em Macaé ainda revela desafios significativos em aspectos que envolvem um planejamento ainda mais eficiente, e associado a demais políticas públicas que nos últimos anos não são o tocante dos seus últimos Planos Diretores, se tornando um ponto crítico na atuação. Ambientalmente, as políticas públicas permanecem voltadas as atenções à formação do capital concentrado nas mãos das grandes indústrias locais, em detrimento as demandas efetivas socioambientais.

A burocracia e a falta de articulação entre órgãos municipais e outras esferas de governo também atrasam a resposta, e agravam a situação. Processos demorados para a liberação de recursos emergenciais e a coordenação inadequada entre Defesa Civil, bombeiros, saúde e outros setores podem levar a uma fragmentação e ineficaz de atendimento à sociedade.

Apesar destes últimos passos e avanços nos últimos 11 anos, ainda se deve muito em termo de investimentos em capacitação contínua e na adoção de tecnologias avançadas. Estas são essenciais para melhorar o tempo de resposta. A criação de centros de monitoramento e a integração de sistemas de gestão de crises contribuem na agilidade e eficiência das ações, mas precisam estar cada vez mais equipados, instrumentalizados e com recursos humanos preparado para utilização, manejo e atuação. Outro contraponto, é ausência do preparo da sociedade, que apenas se torna ator deste processo como vítimas e /ou avisados através dos alertas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo da história, os estudos sobre a climatologia foi se tornando cada vez mais necessários. À medida em que as cidades foram se tornando urbanizadas, através do a intensificação da industrialização, as reduções do seu albedo natural, topografia, relevo e demais elementos que constituem o clima local foram se tornando mais impactantes aos Sistema de Clima Urbano- SCU. Na atualidade, as cidades mostram uma vulnerabilidade crescente, com o maior número e a intensidade de eventos extremos, como enchentes e deslizamentos, e sua infraestrutura são desafiadas, revelando a fragilidade dos sistemas de drenagem e o despreparo do planejamento Urbano.

Em contexto local, o Município de Macaé-RJ, a situação é frequente e se torna agravada pelos problemas gerados pela ocupação desordenada de áreas que deveriam ser ambientalmente protegidas, tais como as margens dos rios, córregos e manguezais, e morros. Por conta disto, a Defesa Civil do município vem ao longo dos últimos onze anos se reestruturando e se preparando para atendimento destas emergências climáticas. Em 2014, com a publicação do Plano de Contingência de Proteção da Defesa Civil, um diagnóstico das áreas de maiores vulnerabilidades foi mapeado. Com isto, pode-se identificar a tipologias dos eventos extremos e seus respectivos graus de risco. De longe os efeitos das chuvas intensas e, sazonalmente, de ventos fortes tais como enchentes, alagamentos e deslizamentos de terra estão à frente destas ocorrências, pressionando os sistemas e infraestruturas urbanas, bem como a condições de moradia e qualidade de vida da população.

Na tentativa de mitigação, os Planos preveem o monitoramento meteorológico, e a emissão alertas para população. Uma complexa rede de atores e órgãos públicos com suas devidas estratégias e ações delimitadas também foram traçados nos casos destas ocorrências. A preparação adequada, a conscientização da população, o monitoramento constante e o tempo de resposta são as peças-chave para reduzir o impacto de tais desastres. Contudo, ainda se percebe que o tempo de acionamento e respostas a estes desastres ainda não são o suficiente para evitar catástrofes, que a cada ano se tornam mais intensas e numerosas.

Como agravante, a falta de investimentos e políticas públicas voltadas para melhorias de sistemas de saneamento, drenagem e habitação de interesse social, principalmente nas áreas mapeadas ou com maior fragilidade de infraestrutura urbano-ambiental, são catalizadores das consequências.

Neste sentido, fica evidenciado que Macaé, apesar de avanço da organização institucional com a criação de estruturas como o Centro de Monitoramento da Defesa Civil, o Núcleo da Defesa Civil em na Região Serrana, e sistemas de alerta, a cidades ainda carece de adotar uma abordagem integrada e justa das políticas públicas, promovendo o uso de tecnologias e preparo das equipes, bem como

evitando a concentração de seus investimentos nas áreas de interesse econômico e não socioambiental.

REFERÊNCIAS

AYOADE. J. O. **Introdução a climatologia para os trópicos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1986.

CASTELHANO. Francisco Jablinsk. **O clima e as cidades**. Curitiba: Editora Intersaberes, 2020.

COSTA, R. A urbanização de Macaé no século XX: Desafios e transformações. **Revista de História e Geografia**, n. 18, p. 99-115, 2010.

DIAS, Robson Santos. **A formação de uma aglomeração industrial em Macaé/RJ: uma caracterização da espacialidade da indústria petrolífera e seus impactos no espaço urbano macaense e sua região de entorno**. 2005. 116 f. Monografia (Especialização) - Curso de Licenciatura em Geografia, CEFET, Campos do Goytacazes, 2005.

HARVEY. David. **17 contradições e o fim do capitalismo**. Trad. Rogério Bettoni. São Paulo: Boitempo, 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **2023 é o mais quente em 174 anos, confirma relatório da OMM**. Portal INMET, Brasília, 4 dez. 2023. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/noticias/2023-%C3%A9-o-mais-quente-em-174-anos-confirma-relat%C3%B3rio-da-omm>. Acesso em: 15 jan. 2024.

JUNIOR, Lindberg Nascimento. O clima urbano como risco climático. **Geo UERJ**, n. 34 - Dossiê de Climatologia da ABClima, 2019. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/geouerj/issue/view/1972>> Acesso em: 25 de dezembro de 2023.

MOLION, Luiz Carlos Baldicero. Perspectivas climáticas para os próximos 20 anos. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 3, p. 117-128, 2008. Disponível em: <<https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/rbclima/article/view/13520>> Acesso em: 25 de dezembro de 2023.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **Teoria e clima urbano**. São Paulo: IGEOG/USP, 1976 (Série Teses e Monografias, n. 25).

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. Por um suporte teórico e metodológico para estimular estudos geográfico se clima urbano no Brasil. **Revista Geosul**. Nº 09, ano V, 1º semestre de 1990. Florianópolis, 1990.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. Teoria e Clima Urbano. *In*: MONTEIRO, C. A. F; MENDONÇA, F. (orgs.). **Clima Urbano**. Ed. Contexto. São Paulo, 2003, p.9-65.

NETO, Romeu e Silva; DIAS, Robson Santos; NETO, Jaime Barral; RANGEL, Leonardo Cereja. Desafios para o desenvolvimento sustentável no Município de Macaé-RJ. **Perspectivas on line**, Campos dos Goytacazes, v.1, nº 3. p.60-73, 2007. Disponível em:

<https://ojs3.perspectivasonline.com.br/revista_antiga/article/view/263> Acesso em: 01 de dezembro de 2023.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MACAÉ. **Alertas da Defesa Civil**. Disponível em: <https://macae.rj.gov.br/defesacivil/conteudo/titulo/alerta-da-defesa-civil>. Acesso em: 10/02/2024.

SANTOS, Milton. **A urbanização brasileira**. São Paulo: Edusp, 1993.

SECRETARIA ADJUNTA DA DEFESA CIVIL. **Alagamentos e Inundações**. Disponível em: <https://macae.rj.gov.br/defesacivil/conteudo/titulo/alagamentos-e-inundacoes>. Acesso em: 10 fev. 2024.

SECRETARIA MUNICIPAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL. **Plano de contingência do Município de Macaé. PLANCON**. Macaé, Versão 7, 2019.

SECRETARIA ADJUNTA DA DEFESA CIVIL DO MUNICÍPIO DE MACAÉ. **Plano de contingência, proteção e defesa civil. PLANCON**. Macaé, Versão 1, 2021.

SECRETARIA ADJUNTA DA DEFESA CIVIL DO MUNICÍPIO DE MACAÉ. **Plano de contingência, proteção e defesa civil. PLANCON**. Macaé, Versão 1, 2022.

SECRETARIA ADJUNTA DA DEFESA CIVIL DO MUNICÍPIO DE MACAÉ. **Plano de contingência, proteção e defesa civil. PLANCON**. Macaé, Versão 1, 2023.

SECRETARIA ADJUNTA DA DEFESA CIVIL DO MUNICÍPIO DE MACAÉ. **Plano de contingência, proteção e defesa civil. PLANCON**. Macaé, Versão 1, 2024.

SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão. **Capitalismo e urbanização**. 16 ed. 5ª reimpressão. São Paulo: Contexto, 2021.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO). **Provisional state of the global climate 2023**. Genebra: WMO, 2023. Disponível em: <https://wmo.int/sites/default/files/2023-11/WMO%20Provisional%20State%20of%20the%20Global%20Climate%202023.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2024.