

DOI: [10.46943/VIII.CONEDU.2022.GT14.019](https://doi.org/10.46943/VIII.CONEDU.2022.GT14.019)

# OS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DAS FORTES CHUVAS DE SALVADOR - BA ASSOCIADOS À SUA EXPANSÃO URBANA

**Aldinete Bezerra Barreto**

Doutora em Meteorologia pela Universidade Federal de Campina Grande, [aldinete.bezerra@professor.ufcg.edu.br](mailto:aldinete.bezerra@professor.ufcg.edu.br);

**Andressa Soares da Silva**

Graduanda do Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Campina Grande, [andressa.soares@estudante.ufcg.edu.br](mailto:andressa.soares@estudante.ufcg.edu.br);

## RESUMO

O processo de urbanização nas cidades brasileiras associado à falta de planejamento público e mudanças ambientais causadas pelo homem elevam o grau de vulnerabilidade da população com a chegada das chuvas, principalmente dos que moram em áreas de riscos. Nesse contexto, o trabalho tem como objetivo analisar o processo de expansão da cidade de Salvador-BA, bem como investigar os impactos socioambientais recorrentes na cidade causados pelas fortes chuvas. A escolha da capital baiana teve como critério a sua importância histórica, a formação de seu relevo acidentado e os altos índices de precipitação. Sua construção inicia-se paralelamente ao começo da história do Brasil, até o século XVIII a sua expansão se manteve no núcleo original em volta da orla da baía e pela margem atlântica. A partir do século XX o rápido crescimento da população, principalmente entre 1960 e 1990, consolidou a sua expansão territorial. Hoje, é a quarta cidade em população do Brasil, com 2.886.698 habitantes, e particularmente vulnerável a eventos intensos de chuva. Através da distribuição mensal da normal climatológica da precipitação do período de 1961-1990 do INMET, observou-se que as chuvas são frequentes durante todo o

ano, com valor médio anual de 2.144,1mm. O quadrimestre chuvoso ocorre de abril a julho, com máximo no mês de maio (359,9mm). Nos registros da defesa civil do ano de 2012 a 2019 os alagamentos e deslizamentos de terras são os desastres mais recorrentes em Salvador. O ano de 2015 se destacou ao apresentar altos índices pluviométricos (1569,6mm) no quadrimestre chuvoso, o equivalente a 73% da média esperada para todo o ano, e que resultou em deslizamentos de grande volume de terra que provocaram desabamentos de imóveis, desalojados, pessoas soterradas e vítimas fatais. Ressalta-se que nos períodos de fortes chuvas em Salvador, as principais vítimas moram em áreas de risco eminente.

**Palavras-chave:** Chuva, Expansão urbana, Impactos socioambientais, Áreas de riscos.

## INTRODUÇÃO

Frequentemente são noticiadas pela imprensa informações de fortes chuvas no Brasil, que causam transtornos e prejuízos à sociedade urbana e ao meio ambiente. Embora a chuva seja um fenômeno natural, no entanto, o seu efeito pode ser devastador quando a sua frequência e intensidade ocorrem associadas a problemas urbanos, principalmente nas grandes cidades, onde se concentra a maioria da população.

O acelerado processo de urbanização das cidades brasileiras associado à falta de planejamento público e mudanças ambientais causadas pela relação do homem com a natureza, a exemplo da retirada da cobertura vegetal, do uso e ocupação desordenada do solo e as alterações nas bacias de drenagem, tudo isso se expressam no elevado grau de vulnerabilidade da população com a chegada das chuvas, principalmente aos que habitam em áreas de riscos. Os alagamentos de vias, enchentes, deslizamentos de terras, soterramentos de pessoas e outros são algumas das graves consequências dessa relação espaço urbano e chuvas intensas.

Grandes metrópoles brasileiras como São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Salvador e Recife não estão adaptadas a chuvas fortes e essa vulnerabilidade pode estar associada a um contingente mais elevado de moradores em áreas de riscos. É o que relata o resultado de um estudo realizado pela cooperação técnica entre o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e o Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (CEMADEN) intitulado: População em Área de Risco no Brasil (IBGE, 2018). O estudo revelou que Salvador foi a cidade com maior concentração de pessoas vivendo em áreas de riscos. São Paulo e Rio de Janeiro ocuparam a segunda e terceira posições, seguidos por Belo Horizonte e Recife. Todas essas pessoas expostas em áreas de risco de inundações, enxurradas e deslizamentos.

A intensidade das chuvas tem efeitos consideráveis na cidade de Salvador, por vezes preocupantes, visto que a cidade apresenta topografia irregular, formada por colinas e vales, com destaque para a falha geológica que originou o relevo em degraus, separando fisicamente a Cidade Alta da Cidade Baixa. A capital baiana também apresenta áreas com encostas íngremes e baixadas, com ocupação

desordenada nesses espaços, situação que faz com que a cidade enfrente impactos negativos a cada evento de chuva forte ocorrido (BARRETO, 2012; FARIAS *et al.*, 2017).

Historicamente na cidade de Salvador, no período de abril a julho são registrados os maiores índices de chuvas e rajadas de ventos intensas, fatores que estão associados a ocorrência de riscos de desastres na cidade. A Defesa Civil de Salvador (CODESAL) tem como missão promover a segurança da população por meio da redução desses desastres no município, para tanto uma de suas principais ações é o mapeamento e monitoramento de áreas de risco. De 2016 a junho de 2022 foram mapeados 158 (cento e cinquenta e oito) áreas de risco em Salvador (CODESAL, 2022).

Em vista disso, esse estudo abrange a área urbana de Salvador. A escolha da capital baiana teve como critério a sua importância histórica, a formação de relevo acidentado e os altos índices de chuva anuais. Tem como objetivo investigar o processo de ocupação e expansão urbana, bem como a realização de uma análise sobre os riscos e impactos sócio-ambiental ampliados com o período de chuvas mais intensas no espaço urbano da cidade.

## METODOLOGIA

Para o processo de ocupação e expansão urbana a metodologia aplicada fundamenta-se numa abordagem qualitativa, obtidas por meio de pesquisas bibliográficas.

Já para a análise estatística das chuvas foram utilizados dados diários de precipitação, referentes aos anos de 1964 a 2019, observados na estação climatológica principal do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) da cidade de Salvador, localizada no litoral do estado da Bahia, com coordenadas geográficas na latitude 13°S e na longitude 38,5°W. A Figura 1 indica a localização da estação utilizada.

Na análise dos riscos e impactos associados às fortes chuvas foram utilizados os dados referentes às ocorrências de alagamentos e deslizamentos de encostas registrados pela Defesa Civil da cidade de Salvador.

**Figura 1.** Localização da estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) na cidade de Salvador-BA. O círculo verde assinala a estação do INMET.



Fonte: Barreto (2012).

Através do método do Quantil (Percentil), aplicado aos dados diários de chuva, foram calculadas as frequências e a intensidade dos eventos extremos de chuva e também a classificação pluviométrica da precipitação mensal.

Para a escolha do limiar do evento extremo de precipitação foi usado a técnica do percentil aplicada aos dados diários de chuva. O evento foi considerado como extremo se o total pluviométrico diário fosse igual ou maior do que o percentil  $p=97$ . O percentil é determinado da seguinte maneira:

Considere a notação  $P_{[(n) \times (p)]^+}$ , onde  $n$  é o total de valores da série,  $p$  o percentil em decimais e  $[(n) \times (p)]$  a posição daquele valor após os dados terem sido ordenados de modo crescente, de forma que  $P_{[(n) \times (p)]^+}$  é o ponto percentílico do percentil desejado. Se a posição  $np$  não é um número inteiro, então  $P_{[(n) \times (p)]^+}$  é o valor da

observação que ocupa posição seguinte, e se  $np$  é inteiro, então  $P_{[(n) \times (p)]^+}$  é o valor da média desta e da observação seguinte.

Para caracterizar a classificação pluviométrica também foi utilizado o método do percentil, porém aplicado aos dados totais mensais de chuva. O percentil emprega a técnica dos Quantis, que consiste em organizar a série de dados na ordem crescente que é então dividida em  $n$  partes. Se dividirmos a série em três partes, por exemplo, teremos os Quantis de 25%, 50% e 75%.

A técnica dos Quantis teve aplicações ampliadas a partir do pioneiro e importante estudo dessa técnica, o de PINKAYAN (1966) que a usou para avaliar a ocorrência de anos secos e chuvosos sobre extensas áreas continentais sobre os Estados Unidos.

Essa técnica é uma metodologia que consiste estritamente na distribuição em ordenamento crescente de uma série amostral contínua, para a qual se atribui uma probabilidade  $p$ , univocamente para cada valor amostral (XAVIER, 1999; XAVIER *et al.*, 2002). Os intervalos de cada percentil representam as probabilidades ou frequências esperadas para cada um dos eventos que podem ocorrer na sequência da série temporal de uma variável  $X$ . Dessa forma, através dos Quantis os totais de chuva foram classificados em cinco classes: como meses Muito Seco (MS), Seco (S), Normal (N), Chuvoso (C) e Muito Chuvoso (MC). O Quadro 1 apresenta os Intervalos de classe para caracterização mensal da precipitação.

**Quadro 1-** Intervalos de classe para categorização da precipitação.

### Classes de Precipitação

Classes de Precipitação		
Muito Seco	"MS"	quando $x_i \leq P_{0,15}$
Seco	"S"	quando $P_{0,15} < x_i \leq P_{0,35}$
Normal	"N"	quando $P_{0,35} < x_i < P_{0,65}$
Chuvoso	"C"	quando $P_{0,65} \leq x_i < P_{0,85}$
Muito Chuvoso	"MC"	quando $x_i \geq P_{0,85}$

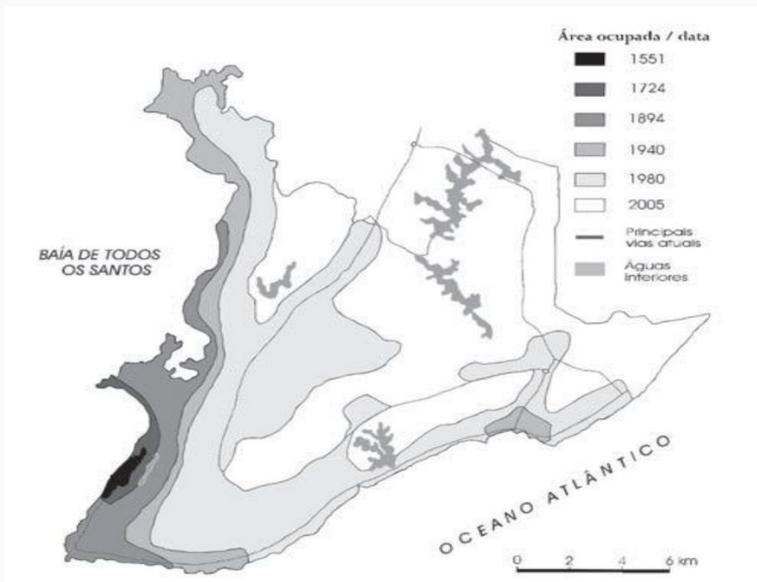
**Fonte:** (XAVIER, 1999; XAVIER *et al.*, 2002).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A importância histórica da cidade de Salvador inicia-se paralelamente ao começo da história do Brasil. O ano de 1549 marca a construção da primeira capital brasileira, a cidade de Salvador, fundada por Tomé de Souza, governador geral do Brasil. Na época, a cidade possuía todas as características de uma cidade-fortaleza, articulada de acordo com a função defensiva. Até o ano de 1763 a cidade de Salvador foi capital e sede da administração colonial do Brasil, até a sede imperial ser transferida para o Rio de Janeiro, desde então veio a se tornar uma das mais importantes cidades da colônia, passando por vários processos evolutivos até os dias atuais.

Nos séculos XVII e XVIII a atividade econômica predominante foi a produção da cana-de-açúcar, o fumo, o comércio de especiarias e o tráfico de escravos. Essas atividades garantiram o título de “cidade-porto”, sendo a maior cidade das américas e a mais importante praça portuária por quase três séculos (SANTANA *et al.*, 2020). E dessa forma a cidade de Salvador crescia na mesma proporção que sua importância econômica, como mostra a evolução espaço-temporal da cidade na Figura 2.

Figura 2 - Evolução urbana da cidade de Salvador referente a área ocupada/data.



Fonte: Andrade; Brandão (2009).

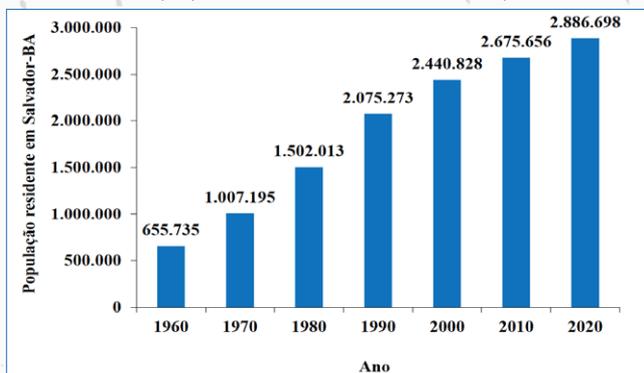
Observa-se que a expansão urbana da cidade de Salvador ocorre da área litorânea da Baía de Todos os Santos adentrando no continente. Desde a sua criação até o período de 1724 a extensão do tecido urbano quase triplicou, porém se manteve no seu núcleo original em volta da orla da baía e pela margem atlântica. Já a partir do século XX, observa-se uma consolidação dessa expansão territorial, demonstrado pelas cores mais claras do mapa.

O crescimento territorial urbano tem como característica principal a intensificação do uso e ocupação do solo e isso decorre de uma necessidade advinda do crescimento populacional. Segundo Brito *et al.* (2017), ao longo do processo histórico de desenvolvimento de Salvador as medidas adotadas através do planejamento urbano estiveram intrinsecamente conectadas aos interesses da elite e às questões econômicas.

Salvador, com 2.886.698 habitantes (IBGE, 2020), é a quarta cidade em população do Brasil, ficando abaixo apenas de São Paulo, Rio de Janeiro e Brasília. Na Figura 3, observa-se que o crescimento populacional foi mais intenso nas décadas de 1960 a 1990. Esse crescimento foi impulsionado pela implantação dos polos industriais, o que ocasionou uma rápida expansão da área urbana da cidade. A partir do início da década de 90 a população de Salvador tem aumentado num ritmo mais lento, mas a expansão urbana ainda é um dos sérios problemas sociais da cidade. Essa expansão ocasionou uma intensa transformação física na cidade, devido à utilização de práticas inadequadas do uso do solo.

Sendo a quarta cidade do Brasil em número de habitantes, Salvador é particularmente vulnerável a eventos intensos de chuva, não somente pela ocupação precária e desordenada do solo urbano, mas também por seu relevo acidentado formado por vales e colinas com altitudes que variam de 10 a 110m em relação ao nível do mar e declividades acentuadas em partes significativas do território (ANDRADE; BRANDÃO, 2009). Esse espaço urbano é permeado por relações socioeconômicas desiguais que se configuram no espaço concreto desse grande centro urbano, as ruas estreitas e construções antigas tombadas pelo patrimônio histórico coexistem com avenidas largas e prédios modernos, que contrastam com as ocupações em áreas de encosta e várzea.

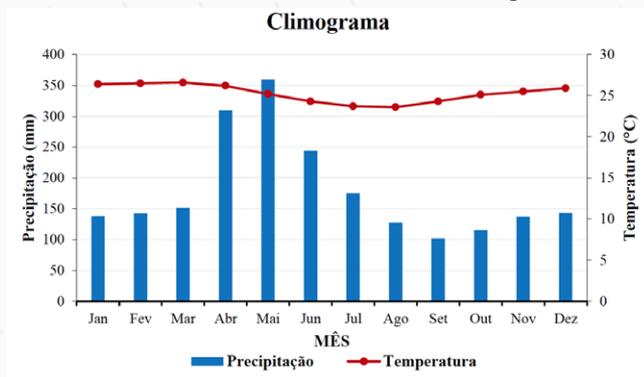
**Figura 3** – Crescimento populacional de Salvador no período de 1960–2020:



**Fonte:** Secretaria Municipal do Planejamento, Urbanismo e Meio Ambiente (SEPLAM) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2020).

Quanto as suas características climáticas, as chuvas são bem frequentes durante todo o ano, com total médio anual de 2.144,1 mm. O clima da cidade é quente e úmido e a temperatura média é de 25,3°C que pouco varia durante o ano. Conforme Ramos, Santos; Fortes (2009), as médias climatológicas mensais da temperatura do ar e da precipitação do período de 1961 a 1990, obtidas pelo INMET são apresentados no climograma da Figura 4. Observa-se variação sazonal entre 2°C e 4°C, com valores máximos no trimestre de janeiro-fevereiro-março. Já o período mais chuvoso de Salvador compreende o quadrimestre de abril a julho (1088,3mm), com máximo no mês de maio (359,9mm).

**Figura 4** – Distribuição mensal da normal climatológica da temperatura do ar e precipitação do período de 1961–1990 da estação climatológica principal de Salvador.



**Fonte:** RAMOS; SANTOS; FORTES (2009).

DOI: 10.46943/VIII.CONEDU.2022.GT14.019

A distribuição da precipitação em classe foi analisada para os dados mensais de chuva, conforme apresentado na Tabela 1. Observa-se que na classe Normal (N), a intensidade da chuva varia entre 96,45mm (percentil P0,35) e 185,08mm (percentil P0,65). A maior frequência dos meses de agosto (60%) está registrada nessa classe Normal.

Os meses de dezembro (65% dos casos) e janeiro (66% dos casos) são mais frequentes na classe Muito Seco e Seco. A intensidade dessa chuva mensal tem valor máximo de até 96,45mm. Em contraste as classes mais secas, o intervalo com valores de chuva entre 185,08mm a 274,35mm caracterizam o mês Chuvoso e valores maiores ou iguais a 274,35mm são meses Muito Chuvoso. Ressalta-se que o quadrimestre abril-maio-junho-julho é o mais frequente nessas classes. Entretanto, nenhum desses meses foi registrado como evento MS (0%). Ressalto ainda que o mês de maio tem 89% de seus registros na classe C e MC.

**Tabela 1** – Frequência das classes de precipitação mensal no período de 1964-2019 para a estação Meteorológica do INMET da cidade de Salvador-BA.

Classe / Mês	MS (mm) (0,0-46,83)	S (mm) (46,83-96,45)	N (mm) (96,45-185,08)	C (mm) (185,08-274,35)	MC (mm) (≥274,35)
Jan	38%	28%	19%	11%	4%
Fev	26%	26%	30%	8%	9%
Mar	11%	26%	26%	19%	17%
Abr	0%	8%	19%	26%	47%
Mai	0%	2%	9%	38%	51%
Jun	0%	2%	32%	36%	30%
Jul	0%	8%	43%	40%	9%
Ago	2%	26%	60%	9%	2%
Set	15%	40%	32%	13%	0%
Out	25%	26%	34%	15%	0%
Nov	23%	25%	30%	17%	6%
Dez	42%	23%	23%	8%	6%

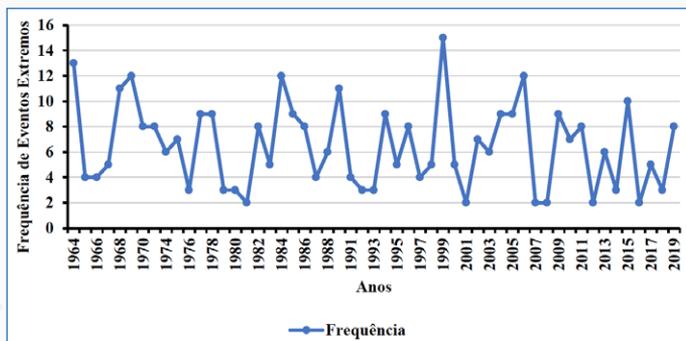
MC - Muito Chuvoso, C - Chuvoso, N - Normal, S - Seco e MS - Muito Seco.

**Fonte:** Própria autora (2020).

Um aspecto importante para se destacar no estudo das chuvas acima da média é a sua relação com os eventos extremos de precipitação diária e a investigação de sua frequência e intensidade, pois a ocorrência desses eventos pode estar associada a impactos ambientais, sociais e econômicos ocorridos na cidade de Salvador. Através da técnica do Percentil ( $P_{0,97}$ ) foi considerado como extremo os 343 eventos de precipitação diária com valor igual ou superior a 50,0mm de chuva. A distribuição da frequência dos eventos extremos do período em estudo é apresentada na Figura 5.

Observa-se que em todos os anos da série há registros de eventos extremos de precipitação, mesmo nos anos considerados como Muito Seco (MS). O número máximo de eventos extremos foi registrado entre os anos que se encontram nas categorias Chuvoso (C) e Muito Chuvoso (MC). O ano de 1999 foi o que apresentou maior número de registros, resultando em 15 eventos extremos, seguido pelo ano de 1964 com 13 eventos. Já o menor número (02) de ocorrências de eventos extremos foi registrado nos anos classificados como e Seco (S) e Muito Seco (MS).

**Figura 5** – Frequência anual dos eventos extremos de precipitação, no período 1964-2019 na cidade de Salvador-BA.



Fonte: Própria autora (2020).

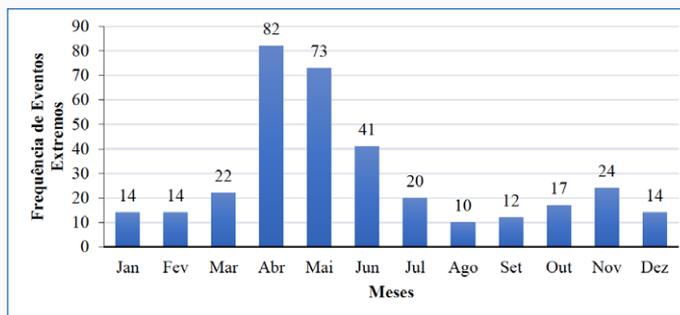
A incidência da precipitação de chuva associada a irregularidade na ocupação urbana é capaz de provocar prejuízos de natureza ambiental, material ou até mesmo perdas de vidas humanas. Alguns danos são perceptíveis e podem ser modificados, outros são intangíveis e imensuráveis. Conforme Costa (2020), o crescimento desordenado associado ao planejamento urbano e ambiental

inadequado, assim como as interferências humanas sobre as condições do meio ambiente, fazem com que surjam áreas vulneráveis a ocorrência desses episódios nos meses de fortes chuvas.

Como o espaço urbano da cidade de Salvador vem se formando por um constante e acelerado crescimento habitacional, gerado sob um intenso processo irregular do uso e ocupação do solo e pela retirada da vegetação natural sem as devidas precauções, a cidade fica mais vulnerável aos riscos e impactos desencadeados pelos eventos extremos de chuva.

Em Salvador, o período com chuvas mais intensas é o quadri-mestre de abril a julho, mostrado na Figura 6. A distribuição mensal dos eventos extremos apresenta maior frequência nesses meses, com 216 eventos que corresponde a 63% dos casos.

**Figura 6** – Frequência mensal dos eventos extremos de precipitação, no período 1964–2019 na cidade de Salvador-BA.



**Fonte:** Defesa civil da cidade de Salvador (2020).

Nesse contexto, anualmente, no período de março a julho, a Defesa Civil da cidade de Salvador realiza atividades preventivas e emergenciais denominada de “Operação Chuva”. Essa atividade tem a finalidade de promover ações preventivas e solucionar ou reduzir os efeitos provocados pelas chuvas desse período, de modo a garantir a segurança da população, preservar vidas e reduzir desastres. Na Figura 7 é apresentado a quantidade de solicitações recebidas e de vitorias realizadas pela Defesa Civil no período de 2012 a 2019.

**Figura 7** – Frequência do registro de solicitações e de vistorias realizadas pela Defesa Civil e o acumulado mensal do quadrimestre chuvoso.



**Fonte:** Defesa civil da cidade de Salvador (2020).

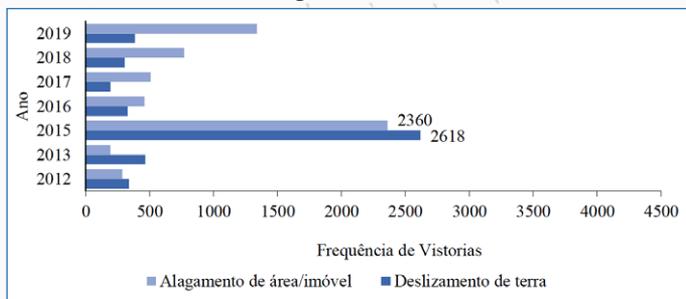
Observa-se que a frequência de vistorias realizadas é menor do que as solicitações feitas pela comunidade, isto porque nem todo pedido compete a Defesa Civil atender, por isso, algumas vistorias são encaminhadas a outros órgãos para ações inerentes a eles. O ano de 2015 foi o mais crítico do período, marcado por fortes chuvas no quadrimestre chuvoso (1569,6mm), que ultrapassaram a média climatológica esperada. Essas fortes chuvas provocaram vários deslizamentos com vítimas fatais, desabrigados em bairros distintos da cidade, além de grandes alagamentos.

Segundo os registros da Defesa Civil, a ocupação urbana de forma irregular e desordenada nas áreas de encostas é um dos principais problemas enfrentados pela Administração Municipal de Salvador. Os crescentes assentamentos populacionais nessas áreas, trazem como consequência os deslizamentos de terra e desabamentos de imóveis que vitimam pessoas, a cada ano, nos períodos de grandes pluviosidades. Considerando todo o espaço urbano da cidade, não apenas as áreas de riscos, os relatórios elaborados com base nas ações da Defesa Civil decretadas na Operação Chuva, os alagamentos e deslizamentos de terras são os acidentes mais recorrentes na cidade de Salvador (CODESAL, 2020).

Os resultados apresentados a seguir tratam-se de ações realizadas pela Defesa Civil de Salvador, no período de 2012 a 2019, com exceção do ano de 2014, registradas nos Relatórios da Operação Chuva, disponíveis no site oficial da Defesa Civil da cidade. A frequência com que a Defesa Civil de Salvador vistoria as solicitações

de ocorrência de alagamentos área/imóvel e deslizamentos de terra está disposta na Figura 8.

**Figura 8** – Número de vistorias realizadas pela Defesa Civil quanto a solicitações de ocorrência de alagamentos e deslizamentos.



**Fonte:** Defesa civil da cidade de Salvador (2020).

Observa-se que nos anos 2012-2013-2015 as vistorias de deslizamentos são um pouco mais frequentes que as de alagamento, o contrário ocorre nos anos seguintes. O ano de 2015 se destaca com o grande número de vistorias de alagamentos e deslizamento, sendo este o mais solicitado. As informações meteorológicas do ano de 2015 indicam que os altos índices pluviométricos registrados no quadrimestre chuvoso (abril-julho) com valor acumulado de 1569,6mm de chuva, foi equivalente a 73% da média esperada para todo o ano (2144,0mm). Esses altos índices registrados foram decorrentes principalmente das sucessivas passagens de frentes frias pelo litoral baiano, que intensificaram a precipitação de chuva em toda a faixa leste durante todos esses meses (INFOCLIMA, 2015).

Conforme o Relatório da Operação Chuva 2015, disponível no site da CODESAL, dentre as inúmeras ocorrências de acidente nesse período, destacam-se os três (03) acidentes considerados mais graves nos registros da Defesa Civil: no dia 27 de abril dois deslizamentos de grande volume de terra provocaram desabamentos de imóveis, pessoa soterradas, desalojados, 15 vítimas fatais e 05 feridas; outro caso ocorreu no dia 10 de maio e provocou o desabamento de cinco casas com 04 vítimas fatais e 06 feridas, conforme observado na Figura 9 e Figura 10. Além das fortes chuvas, as principais causas que contribuíram com todos esses acidentes estão associadas a ocupação indevida de encostas, escavações, solo

encharcado, drenagem pluvial, construção precárias das edificações e outros.

Esses graves acidentes levou a prefeitura a decretar Situação de Emergência (Dec.nº 25.982 de 28 de abril de 2015) por 180 dias nas localidades mais atingidas, objetivando apoiar a população com adoção de medidas reparadoras, bem como fortalecer a atuação conjunta e complementar de órgãos e entidades estaduais e municipais.

**Figura 9** - Deslizamento de terra na comunidade Barro Branco.



**Fonte:** Relatório da Operação Chuva – CODESAL (2015).

### **Descrição do acidente**

Deslizamento de grande volume de terra em uma encosta de aproximadamente 45m de altura, no dia 27 de abril por volta das 5 horas da manhã, que provocou desabamentos de imóveis, pessoas soterradas, vítimas fatais, além de vários desabrigados e desalojados. **Vítimas:** 11 fatais e 2 feridas.

**Figura 10** - Deslizamento de terra na Rua Cel. Pedro Ferrão/Baixa do Fiscal.



**Fonte:** Relatório da Operação Chuva – CODESAL (2015).

### **Descrição do acidente**

Deslizamento de terra de encosta de aproximadamente 45 m de altura no dia 10 de maio, por volta das 13 horas, que causou o desabamento de cinco casas e vítimas fatais.

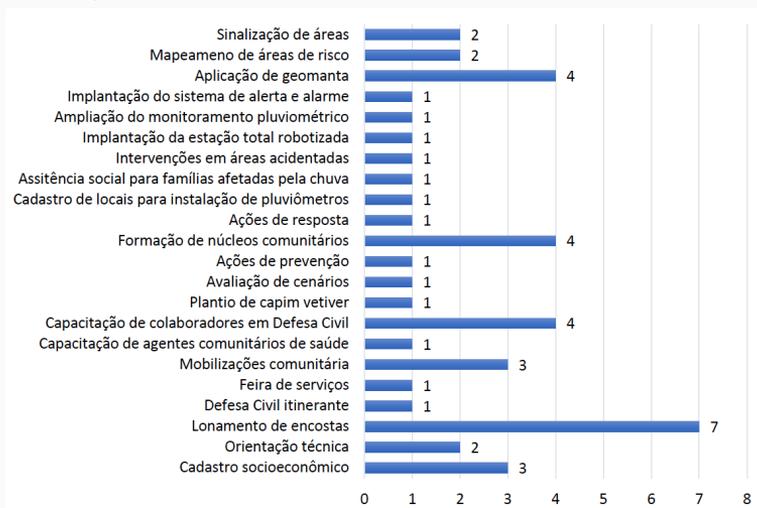
**Vítimas:** 4 fatais e 6 feridas.

Desde então, essa situação fez com que a Defesa Civil de Salvador (CODESAL), priorizasse algumas localidades para receber ações preventivas por parte do poder público municipal, entre as quais a construção de contenção de encostas e aplicação de geomantas em encostas, o que permitiu levar segurança a milhares de famílias em regiões topograficamente acidentadas. Algumas das ações mais frequentes desempenhadas pela Defesa Civil podem ser visualizadas na Figura 11. Dentre elas, o uso da tecnologia inovadora de proteção de encostas é a geomanta, que impermeabiliza o talude e evita erosões superficiais, absorção de águas da chuva e possível risco de deslizamento do terreno.

A geomanta é uma técnica inovadora no país para proteção de encosta e é formada por um composto de PVC e geotêxtil, com cobertura de argamassa jateada. A estrutura impermeabiliza o talude de erosões superficiais, absorção de águas da chuva e possível risco de deslizamento do terreno (CODESAL, 2020).

Uma informação importante da Operação Chuva 2020 é que, após o trágico ano de 2015, a CODESAL foi reestruturada e adotou protocolos com foco em ações preventivas, introduziu em suas operações a tecnologia de ponta instalada em seu Centro de Monitoramento e Alerta da Defesa Civil (CEMADEC), apto a realizar precisas análises de risco climático, emitir alertas por sistemas de sinalização sonora instalados em áreas de risco. Foram ainda intensificadas as atividades educativas focadas no estímulo à participação do cidadão em situações de emergência e na proatividade em reduzir ocorrências.

**Figura 11** – Ações desempenhadas pela Defesa Civil, no quadrimestre chuvoso do período de 2012-2019 na cidade de Salvador-BA.



**Fonte:** Relatório da Operação Chuva – CODESAL.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em virtude do volume de precipitação da chuva, a cidade de Salvador-BA sofre anualmente com a ocorrência de desastres como deslizamentos, desabamentos e alagamentos. A incidência desses desastres é agravada, dentre muitos fatores, pela topografia acidentada da cidade, pela ocupação irregular em áreas consideradas de risco, pela precariedade das habitações e pela malha urbana que impermeabilizam o solo, dificultando o escoamento da água da chuva. Em conjunto, esses fatores propiciam um cenário ideal

para a ocorrência desses desastres, muitas vezes, irreparáveis. Dessa forma, espera-se do poder público uma maior preocupação em relação ao período de chuvas fortes em Salvador e um eficiente planejamento urbano quanto a mudanças, fiscalização e aplicação do plano diretor da cidade.

Questões como infraestrutura, ocupação urbana e nível de pobreza ajudam a explicar a disparidade no número de vítimas no período das chuvas intensas em cidades do Brasil. Nesse contexto, com base na abordagem temática dos impactos socioambiental relacionados a fortes chuvas em áreas urbanas, levanta-se o seguinte questionamento: De quem é a culpa?

- A culpa é das próprias vítimas por morarem em áreas de riscos sujeitas a desastres em períodos de chuvas fortes?
- A culpa é do excesso de chuvas, pois são eventos climáticos que o homem não pode controlar?
- A culpa é do poder público por falta de fiscalização e planejamento urbano já que a principal causa de tantas vítimas é que elas moram em áreas de risco eminente?

Contudo, conhecer a variabilidade e intensidade da precipitação de uma região e o monitoramento dos desastres naturais é fundamental para a gestão de risco em um determinado local, a exemplo do que foi experimentado no ano de 2019 pela Defesa Civil decorrente da colaboração dos órgãos parceiros, dos investimentos tecnológicos e das ações educativas.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. B.; BRANDÃO, P. R. B. Geografia de Salvador. 2 ed. Salvador: **EDUFBA**, 2009.

BARRETO, A. B. Eventos extremos de chuva em salvador: uma abordagem matemático-estatística do ambiente atmosférico. Tese (Doutorado em Meteorologia), Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB. 2012. 153f.

BOLETIM DE INFORMAÇÕES CLIMÁTICAS DO CPTEC/INPE. Ano 22. 27 de agosto de 2015. Número 08.

BRITO, L.; MELLO, M.; MATA, R. O processo de transformação urbana de Salvador-BA. **Revista de Desenvolvimento Econômico – RDE**, Ano XIX, V. 2, N. 37, p. 11 –127, 2017.

COSTA, L. R. F. (Organizador). Práticas profissionais relativas às atribuições da ciência geográfica. Ponta Grossa, PR: **Atena**, 2020.

DEFESA CIVIL DE SALVADOR (CODESAL). Relatório Final da Operação Chuva 2015. Disponível em: <<http://www.codesal.salvador.ba.gov.br/images/relatorio-operacao-chuva-2015>>. Acesso em: 09 out 2022.

FARIAS, J. F. S. *et al.* Resultados preliminares da verificação de limiares de precipitação deflagradores de escorregamentos de terras em Salvador/BA. In: Encontro Acadêmico da Engenharia Ambiental da EEL-USP, 1, 2017, São Paulo.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE. População em áreas de risco no Brasil. Coordenação de Geografia. – 1ª edição, Rio de Janeiro: IBGE, 2018. ISBN 978-85-240-4468-7. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE. 2020.

PINKAYAN, S. **Conditional probabilities of occurrence of wet and dry years over a large continental area**. Boulder-CO: Colorado State University, 1966. (Hidrology Papers, 12).

RAMOS, A. M.; SANTOS, L. A. R.; FORTES, L.T.G. Normais climatológicas do Brasil 1961-1990. Distrito Federal: **INMET – Instituto Nacional de Meteorologia**, 2009. 279 f.

SANTANA, L. S. G.; MELLO, M. M. C.; CAVALCANTE, M. M.; SILVA, A. L. A. Uma análise sobre o crescimento da cidade de Salvador (BA) e os reflexos na segregação socioespacial. **Conj. & Planej.**, Salvador, n.198, p.61-73, jan./jun. 2020.

XAVIER, T. M. B. S. A Técnica dos Quantis e suas aplicações em meteorologia, climatologia e hidrologia, com ênfase para as regiões brasileiras. **Thesaurus**. Brasília, p. 143., 2002.

XAVIER, T. M. B. S. Caracterização de períodos secos ou excessivamente chuvosos no estado do Ceará através da Técnica dos Quantis: 1964-1998. **Revista Brasileira de Meteorologia**. São Paulo, v. 14, núm. 2, p. 63-78, 1999.