

## VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL: UMA ANÁLISE DO RISCO ATRAVÉS DOS ÍNDICES PLUVIOMÉTRICOS NO BAIRRO DA FEDERAÇÃO EM SALVADOR-BAHIA ENTRE OS ANOS DE 2009 E 2019

**Socio-environmental vulnerability: an analysis of risk through pluviometric indices in the federation neighborhood in Salvador-Bahia between 2009 and 2019**

**Catharina Freire Maciel Rodrigues**  
Universidade Católica do Salvador  
E-mail: cathy.freire@hotmail.com

**Camila Alves Ribeiro**  
Universidade Católica do Salvador  
E-mail: camila.ribeiro@ucsal.edu.br

**Augusto César da Silva Machado Copque**  
Universidade Católica do Salvador  
E-mail: augusto.copque@ucsal.br

DOI 10.29327/2797743.2.1-7

### RESUMO

A presente pesquisa tem como finalidades identificar e analisar os principais riscos referentes às instabilidades existentes no bairro da Federação em Salvador-Bahia, bem como ponderar sobre as características físicas do terreno e a exposição da população residente quando associados aos índices pluviométricos, levando em consideração o intervalo temporal de 2009 e 2019. Este trabalho buscou uma abordagem quantitativa e qualitativa, revisitando obras de autores especializados no assunto, coletando índices pluviométricos através do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), utilizando o método de Crepani *et al.* (2001) para análise quantitativa da vulnerabilidade, e aplicando o quadro do Plano Diretor de Encostas do município de Salvador - PDE (2004) para determinar qualitativamente o grau de risco. Houve também o levantamento de fotografias, in loco, com objetivo de fomentar a análise crítica do espaço e confirmar os dados mapeados. Foi constatado, depois da sistematização e análise dos dados coletados, que os riscos socioambientais oriundos das construções de moradias irregulares em ambientes instáveis do ponto de vista natural tornam a população vulnerável e intensificam a ocorrência de eventos como deslizamento e desabamento, sobretudo em meses de fortes e prolongadas chuvas.

**Palavras-chave:** Vulnerabilidade Socio-ambiental. Índices pluviométricos. Risco ambiental. Ocupação espontânea.

### ABSTRACT

This research aims to identify and analyze the main risks related to the instability existing in the neighborhood of Federação in Salvador-Bahia, as well as the physical characteristics of the land and the exposure of the resident population, when associated with the rainfall indices, taking into consideration the time interval of 2009 and 2019. This study sought a quantitative and qualitative approach, revisiting works by authors specialized in the subject, collecting rainfall indices through the National Meteorological Institute (INMET), using the Crepani *et. al* (2001) method for quantitative analysis of the vulnerability and applying the framework of the Hills Stewardship Plan of the Salvador County - PDE (2004) to qualitatively determine the degree of risk. There was also the survey of photographs, on-site, with the objective of promoting the critical analysis of the space and confirming the mapped data. It was found, after systematization and analysis of the collected data, that the socio-environmental risks arising from the construction of irregular housing in environments that are unstable from the natural point of view make the population vulnerable and intensify the occurrence of events such as landslides and collapses, especially in months of heavy and prolonged rains.

**Keywords:** Socio-environmental Vulnerability. Rainfall Indices. Environmental Risk.

## INTRODUÇÃO

O processo de urbanização no território brasileiro ocorreu de forma heterogênea, dando subsídios para a ocorrência de problemas de diferentes ordens, dentre eles, a ocupação populacional espontânea em ambientes instáveis do ponto de vista natural, como a exemplo das encostas íngremes que, segundo o Novo Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), devem ser consideradas como Área de Preservação Permanente (APP) quando sua declividade for superior a 45°. Notadamente, esta lei enfatiza os aspectos ambientais de prevenção de riscos associados à ocupação irregular de encostas.

O conceito de vulnerabilidade traz consigo uma série de interpretações, sendo que, no presente estudo, buscou-se determinar seu viés no que diz respeito à exposição aos riscos socioambientais. A definição de risco, por sua vez, possui uma série de possibilidades interpretativas, entretanto, é aqui apropriada para determinar o potencial e/ou probabilidade da ocorrência de eventos resultantes de um perigo natural, podendo ser ampliado pelas atividades antrópicas e pela ocupação do território, afetando (direta ou indiretamente) a vida humana.

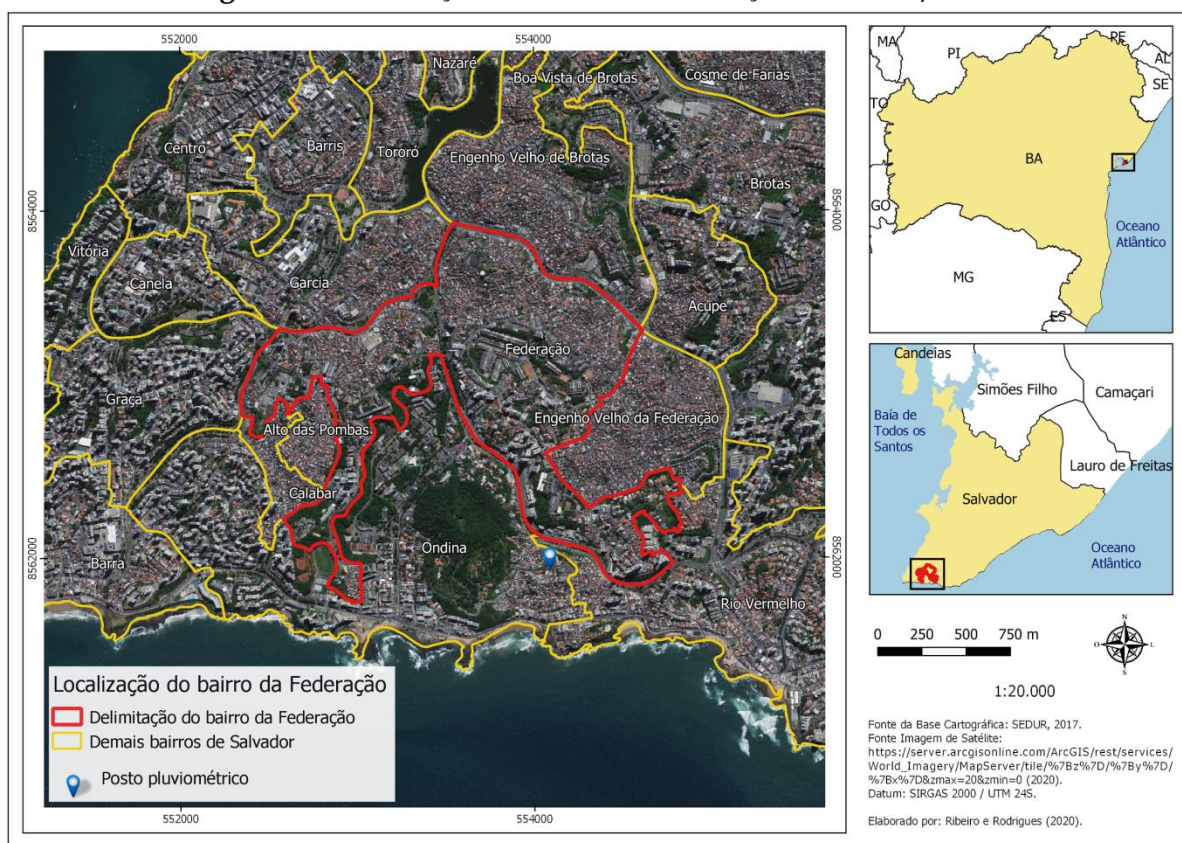
Neste contexto, associado aos termos supracitados, o estudo da pluviosidade exerce um papel significativo sobre o espaço geográfico, sobretudo na faixa tropical, zona reconhecida pela ocorrência de fortes chuvas que intensificam o potencial erosivo. A magnitude e frequência das precipitações, a nível espacial e temporal, a tornam um agente causador de diversos problemas desencadeados, especialmente, nos grandes centros urbanos, que, considerando sua morfologia e infraestruturas de habitação, podem favorecer a ocorrência de eventos como inundações, enchentes, deslizamentos de terra, entre outros. Assim, os riscos desses eventos acontecerem aumentam, consideravelmente, quando ocorrem precipitações frequentes, de longa duração e/ou intensas.

Semelhante à realidade brasileira, na metrópole Salvador, um dos mais importantes centros urbanos do país, encontram-se complexos impasses relacionados à ocupação informal em ambientes instáveis, resultantes, em parte, por seus atributos físicos, associados às falhas geológicas, fatores socioeconômicos, bem como ao perfil da população que habita os locais de risco. Para Cunico (2013, p. 23) “o processo de uso da terra pode ser decisivo, e até mesmo determinante, das condições de riscos e vulnerabilidades a que a população está submetida”. Dessa forma, a ocupação de áreas definidas como vulneráveis tem importante correlação aos residentes da cidade, sobretudo em alguns bairros, quando atingidos por eventos atmosféricos intensos. Considera-se, ainda, que Salvador possui um elevado índice pluviométrico, principalmente nos meses de abril, maio e junho, apresentando uma média de 196,8 mm de chuva por mês (INMET).

Para análise a respeito da vulnerabilidade e risco, levando em conta os padrões pluviométricos e sua ação causa-efeito no meio socioambiental, foi definido como área de estudo o bairro da Federação, devido às suas características geográficas específicas, que compreendem morros, vales e depressões, as quais permitiram uma análise efetiva e relevante.

O bairro da Federação está inserido na porção sul do município de Salvador, conforme a Figura 1, localizando-se entre as coordenadas 12°59'23.61"S, 38°29'39.60"W e 13°00'34.85"S, 38°31'2.41"W, abrangendo uma área de 215,05 hectares. É limítrofe aos bairros da Graça a oeste, ao norte com o Garcia e o Engenho Velho de Brotas, a leste com o Acupe, ao sul com os bairros Alto das Pombas, Ondina e Engenho Velho da Federação. Além de possuir uma densidade demográfica de 169,08 hab./ha (Conder/Informs, 2016).

**Figura 1** - Localização do bairro da Federação, Salvador/Bahia



Fonte: Elaborado pelas Autores, 2020.

A Federação constitui-se em um dos bairros mais elevados de Salvador, cujo ponto culminante atinge 75 metros de altitude, destacando-se, pois, o ponto mais alto da cidade que se encontra a aproximadamente 120 metros, no bairro da Valéria. Devido à sua topografia, a região da Federação apresentava-se isolada do centro da cidade. Entretanto, por volta da década de 1890, o bairro foi cortado por uma nova e importante via chamada Estrada da Federação — a qual denomina o bairro — atual Rua Caetano Moura (Figura 2), sendo a primeira grande obra realizada na região, além de propiciar a ligação com outros bairros da cidade. Ademais, é caracterizada como polo de implantação das redes de diversas emissoras de rádio e televisão, a exemplo das sedes da Bahia FM, Rádio Transamérica, TV Aratu, TV Bandeirantes.

Desse modo, a presente pesquisa sobre vulnerabilidade socioambiental no bairro da Federação tem por objetivo identificar e analisar os principais riscos referentes à instabilidade existentes no território, bem como as características físicas do terreno e a exposição da população residente, quando associados aos índices pluviométricos no intervalo temporal de 2009 e 2019.

**Figura 2** - Fotografia da Estrada da Federação



**Fonte:** Arqueologia e Imagem (2012). Acesso em 12 de set. de 2020.

**Foto:** Allen Morrison, (s./d.).

## REFERENCIAL TEÓRICO

A fundamentação teórica abrangeu uma pesquisa documental, utilizando principalmente o livro “Riscos ambientais e vulnerabilidades nas cidades brasileiras” do geógrafo Almeida (2012). Nele se encontram pertinentes reflexões como a ideia da “onipresença do risco”, ou seja, o risco sendo inerente desde quando é concebida a vida humana. De forma geral, o risco pode ser definido como:

Categoria de análise associada a noções de incerteza, exposição ao perigo, prejuízos materiais e humanos, atrelados não só a processos naturais, mas também a processos oriundos das atividades humanas [...] ao determinar que o risco é a percepção de um indivíduo ou grupo, da probabilidade de ocorrência de um evento potencialmente perigoso, aponta que as consequências desses eventos são em função da vulnerabilidade intrínseca desse indivíduo ou grupo (Almeida, 2012, p. 19).

Esta definição insere noções sobre a probabilidade da ocorrência e/ou susceptibilidade de eventos espontâneos da natureza ou antrópicos, juntamente à avaliação de suas implicações ou danos (vulnerabilidade) pelo ser humano. A avaliação do risco pode ser realizada de forma qualitativa e/ou quantitativa, mensurando o nível de perda e a probabilidade de que o evento ocorra.

No âmbito das Geociências, a utilização do conceito de risco é empregada através da análise da possibilidade de ocorrência de acidentes. Deste modo, é associado com frequência a conceitos de acidente (fato que já ocorreu, com registro de complicações sociais e/ou econômicas), e evento (fato que também já ocorreu, porém, sem o registro de complicações sociais e/ou econômicas diretamente a ele relacionadas) (Cerri; Amaral, 1998 *apud* Almeida, 2012, p. 20).

Já as Nações Unidas, por meio do Escritório de Coordenação de Auxílio a Desastres (UNDRO), contribui para a definição de vários conceitos relativos ao estudo dos desastres naturais, incluindo risco. O termo é definido como sendo o “grau de perda prevista devido a um fenômeno natural determinado e em função tanto do perigo natural quanto da vulnerabilidade” (Aneas de Castro, 2000).

Vale ressaltar que não há um consenso sobre o conceito de vulnerabilidade na literatura científica. Entretanto, é possível determinar como frequentemente a mesma está associada ao crescimento das desigualdades sociais e a pobreza.

Entre as ciências ambientais, a ciência da vulnerabilidade pode contribuir para o entendimento das circunstâncias que põe as pessoas sob o risco e das condicionantes que reduzem a habilidade com que as pessoas e os lugares respondem às ameaças ambientais, ou seja, reduzem sua resiliência (Cutter, 2003 *apud* Almeida, 2012, p. 31).

Ou seja, expõe um indivíduo ou grupo a um evento potencialmente perigoso do ponto de vista natural. Já Cerqueira (2019), em sua tese, correlaciona às noções de risco e vulnerabilidade a partir da dinâmica da exposição em ambientes urbanos:

Diante da multidimensionalidade que o caracteriza, optamos pelo cerne da vulnerabilidade pelo viés da exposição a diferentes situações de riscos urbanos, que consideramos ser um caráter inovador e relevante da tese. Assim, será mais vulnerável aquela população que conviver em espaços onde os riscos sejam mais graves, intensos e sobrepostos (Cerqueira, 2019, p. 24).

Em contraposição com o desenvolvimento de grande relevância de mecanismos de resposta a desastres na comunidade internacional, ainda não foi desenvolvida uma metodologia comum, que seja suficiente para identificar ou mensurar os riscos e as vulnerabilidades a desastres, uma metodologia que possibilite a definição de formas de gestão dos riscos e de prioridades (Birkmann, 2007 *apud* Almeida 2012, p. 42).

Com isso em mente, para fortalecer o processo de mensuração dos riscos e/ou vulnerabilidades, é necessário dar ênfase à obtenção do conhecimento sobre os mais vulneráveis, assim como aos espaços em exposição a riscos, e os fatores que podem influenciar e causar vulnerabilidade/risco.

De modo geral, pode-se dizer que, embora não haja consenso sobre o conceito de vulnerabilidade, os espaços de susceptibilidade a eventos naturais perigosos têm uma tendência a serem ocupados por populações de menor renda, com difícil acesso a serviços e infraestrutura adequada de habitação.

Diante desta realidade vivida e divulgada quase que diariamente nos meios de comunicação por todo o Brasil, sobretudo nos períodos chuvosos, a discussão a respeito do risco e vulnerabilidade é contemporânea e relevante, demonstrando a amplitude e a intensidade desses fenômenos, inclusive no cotidiano da cidade do Salvador.

Neste trabalho, a ótica da vulnerabilidade é qualificada como socioambiental. Conforme explica Cerqueira (2019), o uso do adjetivo “socioambiental” é justificado por ter não só uma perspectiva ambiental, quando se refere às formas de ocupação e uso da sociedade de um substrato físico (hidrografia, solo, relevo, etc.), como também um aspecto das relações sociais por meio da análise das moradias construídas de modo irregular em ambientes instáveis do ponto de vista natural, que torna vulnerável a população e intensifica cenários de deslizamento e desabamento, principalmente em meses de fortes e prolongadas chuvas.

## **METODOLOGIA**

Para a análise da vulnerabilidade socioambiental e risco através dos índices pluviométricos no bairro da Federação, no período de 2009 a 2019, parâmetros legais foram consultados referentes às encostas e situações de risco, mediante a Lei nº 12.651/2012, que institui o Novo Código Florestal. Além de um arcabouço metodológico utilizado em teses de doutorado dos autores como Cerqueira (2019), Cunico (2013) e Santana (2014), além da dissertação de mestrado de Silva (2018), entre outros. Trabalhos estes fomentados pela análise espacial através da ótica da vulnerabilidade socioambiental em diferentes territórios.

Os dados coletados para a produção desta pesquisa foram extraídos de três fontes. Na primeira parte, as informações foram obtidas através da Coordenadoria de Defesa Civil de Salvador - CODESAL, órgão pertencente à Prefeitura Municipal do Salvador, que disponibilizou os dados de ocorrências de deslizamentos e desabamentos do período de 2009 a 2015<sup>1</sup>. A partir deste levantamento, foi realizado um cruzamento entre as informações das ocorrências de deslizamentos de terra e desabamentos – risco ambiental – com as áreas de vulnerabilidade ambiental do bairro da Federação.

Na segunda parte, foi consultado o Banco de Dados Meteorológicos - BDMEP do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, órgão federal administrado pelo Ministério da Agricultura. Os valores mensais/ anuais correspondentes ao volume de chuva do período 2009-2019 foram referidos à estação climatológica de Ondina, onde se localiza o posto pluviométrico em Salvador mais próximo da Federação, entre as coordenadas 13°00'19''S e 38°30'31''W. De posse dos dados, foi organizada a tabulação e análise gráfica com auxílio do Microsoft Excel 2016, ordenando de acordo com a distribuição mensal/ anual dos totais pluviométricos do posto.

A terceira parte diz respeito às informações do setor do Instituto de Pesquisa Operacional e Ciências de Gerenciamento - INFORMS da Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia - CONDER (2016), baseando-se no censo demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010).

A fim de sistematizar, tratar e interpretar os dados, executou-se o ordenamento das informações coletadas no que se refere à vulnerabilidade e risco na perspectiva socioambiental. Para o tratamento digital dos dados e a digitalização dos mapas, foi utilizado o *software* de Geoprocessamento QGIS, na versão 3.10.8, assim como fotografias *in loco* adquiridas por meio de uma visita em áreas escolhidas previamente, com objetivo de fomentar a análise crítica do espaço e confirmar dados mapeados. A partir deste viés de análise, pôde-se observar áreas no bairro de relevante interesse de estudo, utilizadas para uma avaliação quantitativa e qualitativa em que foram ponderadas características físicas e sociais do local.

Com o cruzamento dos dados levantados da CODESAL e do INMET, estabeleceu-se a interseção entre as duas variáveis (deslizamentos/ desabamentos e pluviosidade), tendo, deste modo, o quantitativo de suas ocorrências na área vulnerável delimitada. Portanto, foi possível observar de que forma as condições socioespaciais e ambientais são determinantes no desencadeamento das circunstâncias de risco em áreas de vulnerabilidade.

Outra metodologia que deu norte à pesquisa, no viés da análise quantitativa da vulnerabilidade ambiental, foi a proposição de Crepani *et al.* (2001). O autor se baseou na ideia da resistência dos elementos naturais aos agentes erosivos, considerando a ação humana na intensificação desse processo (Santana, 2014).

A mensuração do grau de vulnerabilidade ambiental associado aos valores de declividade, de acordo com Crepani *et al.* (2001), é determinada por uma grandeza escalar variando entre 1,0 a 3,0. Sendo o valor 1,0 avaliado como uma vulnerabilidade muito baixa/ estável, possuindo declividade entre 0 e 2%, representado pela cor verde e 3,0 como bastante alta/ vulnerável, com declividade superior a 50%, caracterizado pela cor marrom, conforme demonstrado na Tabela 1.

---

<sup>1</sup> Devido à falta de monitoramento e sistematização, os dados utilizados não se referem à delimitação temporal da pesquisa (2009-2019), pois o órgão responsável não disponibiliza dados atualizados sobre as ocorrências de deslizamentos e desabamentos.

**Tabela 1** - Grau de vulnerabilidade/estabilidade com as respectivas classes de declividade

Grau de Vulnerabilidade	Valores de vulnerabilidade	Declividade (%)	Cor da classe
Estável / Muito Baixa	1,0	0 - 2	Verde
Moderadamente Estável / Baixa	1,5	2 - 6	Amarelo
Medianamente (Estável/Vulnerável) / Média	2,0	6 - 20	Laranja
Moderadamente Vulnerável / Alta	2,5	20 - 50	Vermelho
Vulnerável / Muito Alta	3,0	> 50	Marrom

Fonte: Adaptado de Crepani *et al.* (2001).

Para Crepani *et al.* (2001), as características físicas fundamentais da chuva compreendidas nos processos erosivos são: a quantidade ou pluviosidade total, a intensidade pluviométrica e a distribuição sazonal. Este método foi adaptado ao interesse da pesquisa e aplicado de forma que o grau de vulnerabilidade fosse associado à declividade e à pluviosidade. Dessa forma, a Tabela 2 representa a escala de erosividade, construída com base na disposição linear dos valores entre os possíveis intervalos de intensidade pluviométrica.

**Tabela 2** - Escala de erosividade da chuva para análise da vulnerabilidade ambiental

Intensidade Pluviométrica (mm/mês)	Vulnerabilidade	Intensidade Pluviométrica (mm/mês)	Vulnerabilidade	Intensidade Pluviométrica (mm/mês)	Vulnerabilidade
< 50	1,0	200 - 225	1,7	375 - 400	2,4
50 - 75	1,1	225 - 250	1,8	400 - 425	2,5
75 - 100	1,2	250 - 275	1,9	425 - 450	2,6
100 - 125	1,3	275 - 300	2,0	450 - 475	2,7
125 - 150	1,4	300 - 325	2,1	475 - 500	2,8
150 - 175	1,5	325 - 350	2,2	500 - 525	2,9
175 - 200	1,6	350 - 375	2,3	> 525	3,0

Fonte: Adaptado de Crepani *et al.* (2001).

Para efeito da caracterização do grau de risco, foi utilizado, nesta pesquisa, o levantamento do Plano Diretor de Encostas - PDE, 2004, tratando-se de um instrumento de caráter administrativo, abrangendo estudos técnicos, econômicos e sociais sistemáticos, idealizados para o enfrentamento do complexo problema do risco geológico associado às encostas da paisagem de Salvador. Assim sendo, este documento se refere ao planejamento e controle de ações necessárias para a estruturação urbano-ambiental de assentamentos em situação de risco e de auxílio ao desenvolvimento urbano, elaborando um quadro propondo critérios para a classificação qualitativa do grau de risco (Figura 3).

A classificação do grau de risco leva em consideração fatores condicionantes relacionados a: instabilidade comprovada; efeito e consequências da instabilidade observada; topografia desfavorável e aspectos geotécnicos desfavoráveis. Por conseguinte, a classificação se torna uma importante ferramenta, pois identifica locais de risco que se agravam nos períodos de altos índices pluviométricos, ocasionando escorregamentos ou desabamentos, levando consigo as construções ali existentes e colocando em risco a vida da população.

**Figura 3 – Critérios para a determinação do grau de risco**

<b>CLASSIFICAÇÃO DO GRAU DE RISCO – ASPECTO DO LOCAL</b>	
<b>BAIXO</b> - Presença dos fatores condicionantes 03 e/ou 04. Não se observam processos de instabilidade.	Mantidas as condições existentes, não se espera a ocorrência de eventos destrutivos durante a época de chuvas intensas e prolongadas.
<b>MÉDIO</b> - Presença dos 04 fatores condicionantes. Processo de desestabilização incipiente.	Mantidas as condições existentes, é reduzida a possibilidade de ocorrência de eventos destrutivos durante a época de chuvas intensas e prolongadas.
<b>ALTO</b> - Presença dos 04 fatores condicionantes. Processo de desestabilização em pleno desenvolvimento, podendo-se monitorar a sua evolução.	Mantidas as condições existentes, é perfeitamente possível a ocorrência de eventos destrutivos durante a época de chuvas intensas e prolongadas.
<b>MUITO ALTO</b> - Presença dos 04 fatores condicionantes, processo de desestabilização em avançado estágio de desenvolvimento, não sendo mais possível monitorar a sua evolução.	Mantidas as condições existentes, é grande a probabilidade de ocorrência de eventos destrutivos durante a época de chuvas intensas e prolongadas. Em alguns casos a ocorrência do evento destrutivo é iminente.
<b>SEM RISCO</b> - Não há presença de nenhum dos 04 fatores condicionantes.	

Fonte: Relatório Síntese do PDE (2004, p.17 *apud* Sucom, [s.d.], p. 512).

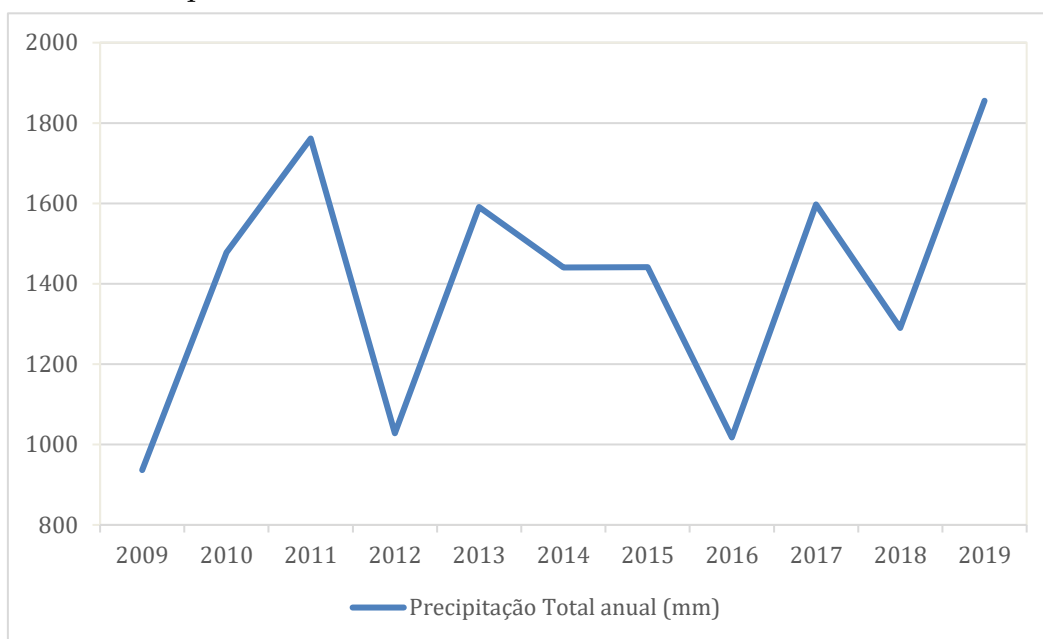
## RESULTADOS E DISCUSSÕES

As mudanças nas formas de uso e ocupação e o problema das encostas em Salvador decorrem expressivamente de uma ocupação espontânea por parte das famílias de menor renda. Todavia, no contexto de intensa desigualdade em que as cidades se transformam, zonas consideradas de risco, como a exemplo das encostas íngremes, se tornam a única alternativa de acesso à habitação em terra urbana e, desse modo, há um crescente no contingente de moradias sem adoção dos critérios técnicos requeridos pelas normas expostas no Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do município de Salvador - PDDU (Lei nº 9.069/2016) e no PDE (2004).

Como propõe o autor Cerqueira (2019), os riscos de deslizamentos/desabamentos aumentam consideravelmente quando ocorrem precipitações frequentes e de longa duração. Para esta análise foram coletados dados pluviométricos da estação climatológica de Ondina entre o período de 2009 a 2019. A partir desta coleta, foi verificado um grande volume de chuva, mesmo nos anos de menor índice, como é o caso do ano de 2009, que apresenta a menor precipitação total anual com 936,4 mm de chuva, destacando que o motivo da queda dos índices nos anos de 2009, 2012 e 2016 foram anomalias cujas causas não foram identificadas nesta pesquisa. Em contrapartida, a partir de 2016, há um crescente que chega ao pico no ano de 2019, com 1.855,4 mm, conforme Gráfico 1.

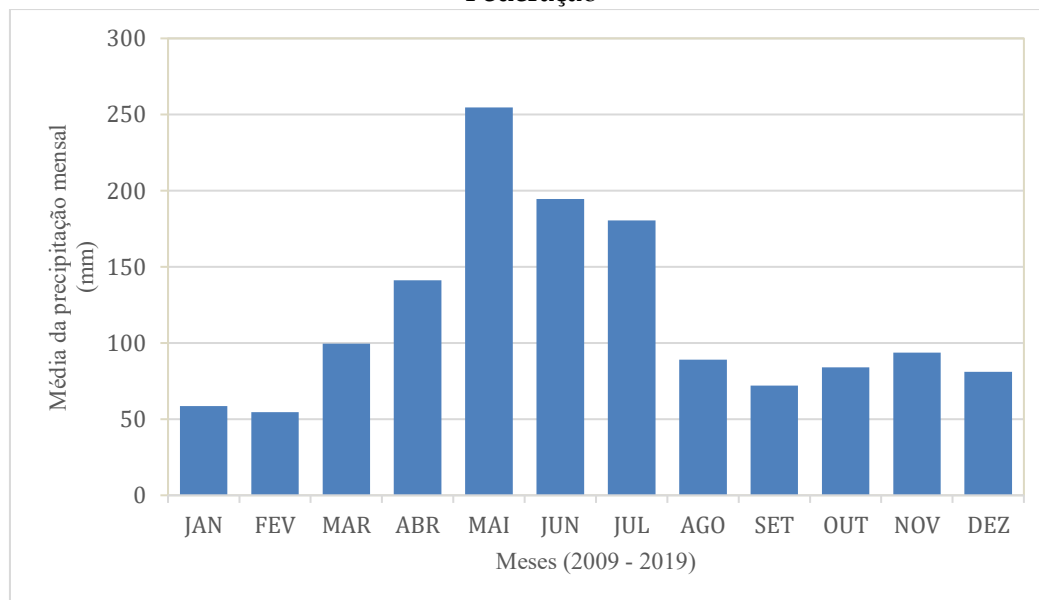
Condizente com a análise temporal do período entre 2009 e 2019 a que esta pesquisa se propôs, foi realizada a identificação das médias de precipitação mensais correspondentes aos referidos anos, vide Gráfico 2, a fim de verificar quais meses representam maior e menor grau de vulnerabilidade segundo o método de Crepani *et al.* (2001).

**Gráfico 1** - Precipitação total anual entre os anos de 2009 e 2019 no bairro da Federação



**Fonte:** INMET. Elaborado pelas Autores, 2020.

**Gráfico 2** - Média da precipitação mensal entre os anos de 2009 e 2019 no bairro da Federação



**Fonte:** INMET. Elaborado pelas Autores, 2020.

No período de abril a julho têm-se as maiores médias mensais de precipitação, correspondentes às estações de outono e inverno, sendo que o mês que apresentou a maior média foi maio, com 254,7 mm. Este valor, segundo a Tabela 2 (que correlaciona vulnerabilidade e a escala de erosividade da chuva segundo sua intensidade), encontra-se entre 250-275, ou seja, o grau de vulnerabilidade corresponde a 1,9 avaliado como média vulnerabilidade. Os meses com menores médias (de janeiro a março e de agosto a dezembro) condizem com as estações do verão e primavera, sendo que fevereiro apresenta a menor média do período, com 54,49 mm. Este valor, vide Tabela 2, refere-se a um baixo grau de vulnerabilidade, com valor de 1,1.

Tais dados, apesar de serem considerados como média e baixa vulnerabilidade, se analisados em consonância com os aspectos ambientais do local, ou seja, com ausência de infraestrutura adequada de habitação, elevada declividade, solo exposto, dentre outros fatores, representam grande risco à população, como será visto posteriormente.

Acrescenta-se ainda que, tanto a ação das gotas das águas pluviais quanto o escoamento superficial, causado pelas enxurradas (também conhecido como “runoff”), possibilitam um impacto direto, além da influência, de forma indireta, do tipo de vegetação, modo de drenagem, impermeabilização e das formas de ocupação do solo, entre outros elementos que compõem uma determinada paisagem.

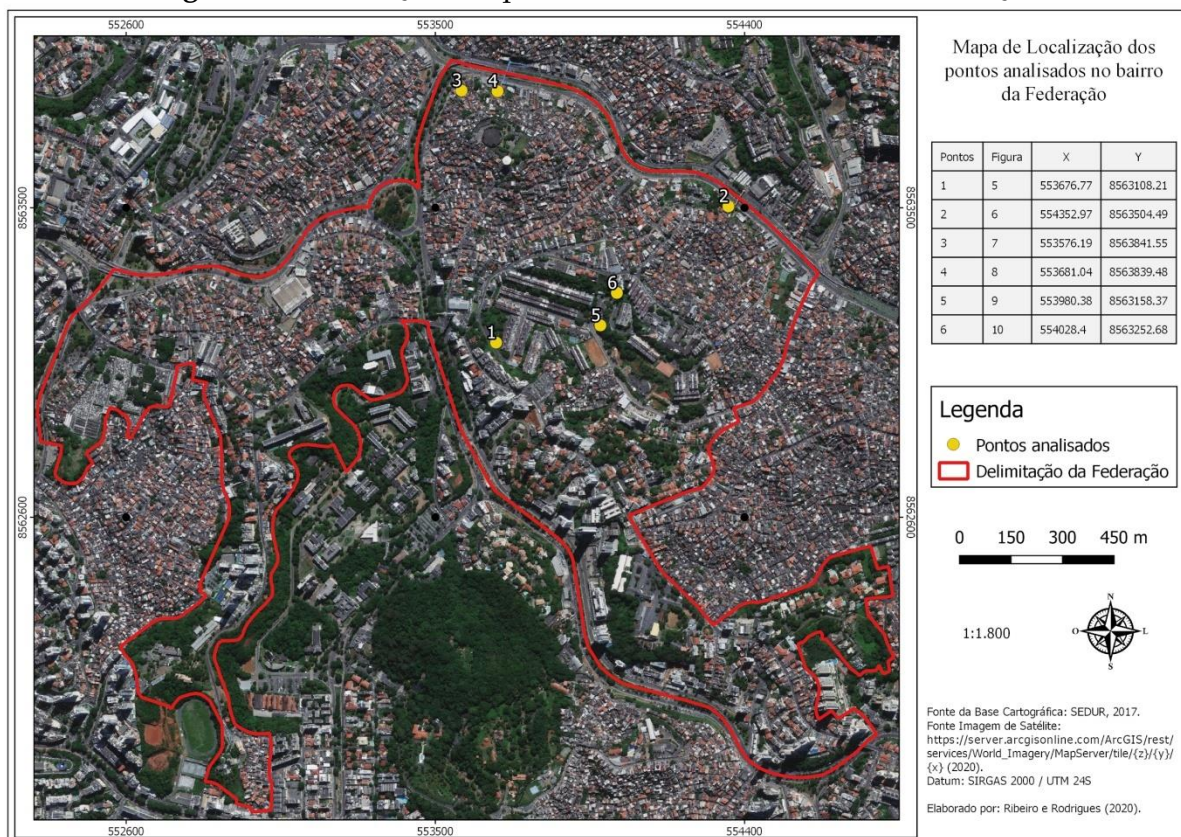
Para fundamentar o estudo voltado ao bairro da Federação, buscou-se, a princípio, os registros de ocorrência de deslizamentos e desabamentos de parte dos imóveis (Codesal, 2012), estes que poderiam estar caracterizados como acidentes com prejuízos associados, conforme trata o autor Cerri e Amaral (1998 *apud* Almeida, 2012, p. 20). Constatando que, de fato, são acidentes recorrentes, podendo ter diversas causas, dentre elas a inexistência de contenção, ausência de rede de drenagem adequada e saturação do solo, estas que, se associadas ao elevado índice pluviométrico, propiciam cenários para a ocorrência de eventos extremos.

O primeiro acidente foi registrado de 2009 e ocorreu em um dos meses com maior volume total de chuva, em abril. Esse registro se trata de um desabamento de muro na rua Dr. Rômulo Serrano, nº 261, causado pelas fortes chuvas no mês em questão, com total de 110,2 mm. O segundo registro também se trata de um desabamento de muro ocorrido em dezembro de 2013, em um dos prédios na rua Engenheiro Jaime Zaverucha, devido ao alto índice pluviométrico (com total de 159,2 mm, destacando que, neste ano, desde setembro houve um elevado índice variando de 116 a 219 mm) porque, geralmente, neste período, as médias de chuva são baixas (Gráfico 2).

O terceiro registro se refere a um deslizamento de terra que ocorreu na rua Barão do Triunfo, nº 455, em 2014, sendo causado pela falta de contenção no local, sem uma rede de drenagem adequada. Esse evento ocorreu no mês de dezembro, caracterizado pelo alto índice pluviométrico, com 201,2 mm de chuva. O quarto registro também diz respeito a um deslizamento ocorrido em maio de 2009, na avenida Anita Garibaldi, nº 2263. Nesse mesmo mês não houve, como o esperado pela média mensal (Gráfico 2), um elevado índice pluviométrico, atingindo um total de 2,4 mm, porém, em abril, houve 110,2 mm de chuva, o que pode ter saturado o solo que cedeu.

No que diz respeito à análise da vulnerabilidade socioambiental e do risco existentes na Federação, foi feita uma seleção de 06 pontos que foram considerados como aspectos expressivos a serem estudados e fotografados. Cada um deles traz características específicas e comuns, que possibilitam o acontecimento de eventos extremos como os que já foram vistos no bairro. Levando, ainda, em consideração que o mesmo possui 12.568 domicílios, sendo que 59,65% (ou seja, 7.497) correspondem a domicílios subnormais (Conder/Informs, 2016) que, de acordo com o IBGE, são habitações irregulares em terrenos públicos ou privados, caracterizadas pela localização em áreas que apresentam restrições à ocupação e carência de serviços públicos essenciais.

**Figura 4** - Localização dos pontos analisados no bairro da Federação



**Fonte:** Elaborado pelas Autores, 2020.

As formas de ocupação espontânea concebida em determinados locais de encosta do bairro da Federação perpetuam e causam problemas de instabilidade que resultam das intervenções antrópicas. Segundo dados da Conder/Informs (2016), o percentual de cobertura vegetal corresponde a 11,17% da área total do bairro. A substituição desta vegetação nativa em prol da urbanização é incontestável, como na Figura 5, por exemplo, onde ocorre em função da construção de vias de acesso, (localizado na rua Engenheiro Rubéns Pires Ferreiras), que expõe o solo à ação da chuva e do vento, tendendo a causar uma sobrecarga natural intensificando, assim, o processo erosivo.

**Figura 5** - Vista do ponto 1, localizada nas coordenadas 553676.77m E e 8563108.21m S;  
Datum: WGS84 / UTM zona 24S



Foto: Autores (2020).

Foi identificado na Figura 5, de acordo com o PDE (2004), os 4 fatores condicionantes que tornam o local de médio risco, sendo possível visualizar instabilidade incipiente devido ao processo contínuo de erosão hídrica laminar<sup>2</sup>, caracterizado pela construção a meia encosta de vias de acesso desprovidas de qualquer tipo de revestimento e dispositivos de drenagem das águas pluviais e exposição das raízes das plantas. Este tipo de remoção de cobertura vegetal ocorre ano após ano, sendo identificado somente com a exposição das raízes das plantas, o que o torna ainda mais perigoso, pois dificilmente é notado. Além da topografia desfavorável, evidenciada por um terreno acidentado que, no período de chuva intensa e prolongada, pode ocorrer escorregamento.

O local representado pela Figura 5 possui a maior declividade dos pontos levantados, chegando a atingir aproximadamente 32,5%. A vulnerabilidade verificada no local, conforme a Tabela 1 de Crepani *et al.* (2001), foi considerada alta por conta da sua declividade, que se encontra entre a classe 20% a 50%, o que caracteriza um grau alto de vulnerabilidade com valor de 2,5. Acrescentando ainda que, devido à localização do estacionamento, logo abaixo da encosta, encontra-se vulnerável quem transita pelo local, os automóveis estacionados e parte da área do fundo dos prédios.

Também no bairro da Federação, na Avenida Vasco da Gama, 351, localiza-se outro ponto relevante à pesquisa (Figura 6). Considera-se o grau de risco de acordo com a classificação do PDE (2004) como alto, com a presença dos 4 fatores condicionantes. A camada superficial do solo em algumas porções do terreno encontra-se exposta, sendo a mesma o componente mais rico, contendo a matéria orgânica responsável pela manutenção da cobertura vegetal (principal defesa de um terreno contra o processo de erosão), eliminando ou reduzindo drasticamente o impacto da chuva sobre o solo, reduzindo a velocidade do escoamento e a desagregação das partículas do solo, e aumentando a infiltração da água devido à vegetação que não supre a necessidade de sustentação.

As construções de baixo padrão construtivo existentes neste local fazem com que a instabilidade esteja em pleno desenvolvimento, além dos aspectos ambientais que tornam perfeitamente possível a ocorrência de deslizamentos e/ou desabamentos, principalmente durante a época de muita chuva, como no mês de maio, vide Gráfico 2.

<sup>2</sup> Primeira forma de erosão a atingir qualquer terreno, na qual ocorre a remoção de uma fina camada superficial ocasionada pela passagem de água durante uma chuva.

**Figura 6** - Vista do ponto 2, localizada nas coordenadas 554352.97m E e 8563504.49m S;  
Datum: WGS84 / UTM zona 24S



Foto: Autores (2020).

A declividade do ponto da Figura 6 tem aproximadamente 11%, chegando a alcançar, em um ponto mais acima, aproximadamente 18%, caracterizando-se por uma vulnerabilidade ambiental média, segundo o método Crepani *et al.* (2001). Entretanto, os domicílios subnormais existentes em um ambiente desfavorável e instável acabam elevando o grau de vulnerabilidade para alto devido a estas características socioambientais. Naturalmente, o processo do uso e ocupação do solo é decisivo para que haja manutenção, e, até mesmo, intensificação das condições de risco e vulnerabilidade. Ressaltando, como elucidado por Cutter (2003 *apud* Almeida, 2012, p. 31), o estudo da vulnerabilidade é importante para a compreensão das circunstâncias a que a população existente no local está submetida.

Outro ponto pertinente localiza-se na Avenida Anita Garibaldi (Figura 7). Foi atribuído ao local um risco alto pela constatação dos 4 fatores condicionantes do PDE (2004). Há presença de uma topografia desfavorável, que se agrava pelas ocupações espontâneas, assim como a Figura 6, que predispõe as encostas a uma série de fatores causadores dos problemas de instabilidade, decorrentes dessas ações antrópicas, como a retirada da proteção vegetal e escavações sub verticais. Desse modo, mantendo essas condições sem ainda a existência de medidas de contenção efetivas no local, a possibilidade de escorregamentos do solo evolui.

**Figura 7** - Vista do ponto 3, localizada nas coordenadas 553576.19m E e 8563841.55m S;  
Datum: WGS84 / UTM zona 24S



Foto: Autores (2020).

A vulnerabilidade, segundo Crepani *et al.* (2001), foi analisada através da declividade do local com aproximadamente 25,5%. O que torna o local portador de indicadores naturais desfavoráveis à presença de ocupação humana, sendo o grau de vulnerabilidade 2,5 considerado alto. Constitui-se em um dos pontos de maior vulnerabilidade, pois, além de estar em uma das localidades de maior declividade, as habitações do local carecem de infraestrutura e cuidados, tendo como única medida de contenção existente a utilização paliativa da lona preta. Outra situação preocupante é a concentração de entulhos oriundos do descarte da população, para o qual não parece haver ações do poder público intervindo. É considerado o ponto mais carente no sentido de infraestrutura adequada em contraposição ao risco.

O ponto que se refere à Figura 8 localiza-se na Avenida Vasco da Gama, 177. A classificação quanto ao risco varia entre médio e alto em determinados pontos da mesma extensão (PDE, 2004). Na imagem (a), por exemplo, o processo de erosão e retirada de cobertura vegetal para a construção de loteamentos é visível e está em desenvolvimento, enquanto na imagem (b) já existe uma contenção (teoricamente mais resistente do que a lona preta, medida utilizada no local da Figura 7) que diminui a propensão desse processo nessa parte do terreno.

**Figura 8** - Vista do ponto 4, localizada nas coordenadas 553681.04m E e 8563839.48m S; Datum: WGS84 / UTM zona 24S



Foto: Autores (2020).

Local de vulnerabilidade perceptível pela presença de loteamentos informais, vegetação de mato carpido e declividade de 22,5% considerando, assim, um valor alto de vulnerabilidade de 2,5 segundo Crepani *et al.* (2001). O ponto 4 contém uma proteção de concreto que não abrange toda a área em exposição e é extensa em largura. Um dos parâmetros investigados foi o motivo pelo qual a população acaba residindo em ambientes instáveis como o citado. Existem inúmeras variáveis que motivam a construção nestas áreas (Figura 8), sendo as principais: o baixo custo de moradia, a proximidade conveniente, no sentido urbano, de regiões que concentram forte atividades comerciais e a fácil disponibilidade de conexões para a maioria dos pontos da cidade através da rede de transporte público.

O ponto 5 localiza-se na rua Sérgio de Carvalho, 1020-902. Pode-se perceber que, na Figura 9, o risco foi detectável pela ausência de uma vegetação firme/densa na parte em que há presença de solo exposto que aumenta a velocidade do escoamento da água que depende da declividade do terreno e da densidade da cobertura vegetal, contemplando, assim, os 4 fatores condicionantes conforme o PDE (2004). Por conseguinte, neste ponto, o risco foi considerado médio.

**Figura 9** - Vista do ponto 5, localizada nas coordenadas 553980.38m E e 8563158.37m S;  
Datum: WGS84 / UTM zona 24S



Foto: Autores (2020).

Neste ponto, por conta da declividade de aproximadamente 23%, foi considerado pelo método Crepani *et al.* (2001) alto grau de vulnerabilidade com valor de 2,5. Além disso, embora a infraestrutura seja mais estável em comparação aos pontos anteriores, já é possível detectar processo de erosão, levando aos moradores um perigo por conta dessa instabilidade.

Na rua Engenheiro Afonso Oliva, 274-424, encontra-se outro ponto de importante estudo, evidenciando um local que possui uma topografia desfavorável para construção de qualquer tipo de imóvel, mesmo sendo de alto ou baixo padrão construtivo. Sendo assim, o ponto da Figura 10 possui médio risco em razão da instabilidade identificada em função dos fatores condicionantes existentes.

**Figura 10** - Vista do ponto 6, localizado nas coordenadas 554028.40m E e 8563252.68m S;  
Datum: WGS84 / UTM zona 24S



Foto: Autores (2020).

Com declividade aproximada de 25%, o local possui alta vulnerabilidade, segundo Crepani *et al.* (2001). Todavia, além da elevada inclinação, encontram-se prédios de muitos andares que, mesmo possuindo infraestrutura melhor adequada em contrapartida aos outros pontos tratados nesta pesquisa (como os pontos 2, 3 e 4), podem, com o peso e pela forte e

prolongada chuva, ocasionar um desabamento ou deslizamento de terra, proporcionando, assim, inúmeros prejuízos para as pessoas que ali residem e para as que circulam pelo local utilizando a rua Engenheiro Afonso Oliva.

A compreensão gerada a partir da análise dos pontos de vulnerabilidade no bairro da Federação é similar à realidade da própria cidade, refletindo problemas urbanos recorrentes. O problema da ocupação irregular de encostas, que se constitui em uma área de risco, é pautado principalmente na necessidade de moradia da população que não possui condições de pagar por espaços de alto valor relacional, levando-os em busca de áreas periféricas para construção de seus domicílios, tornando-os vulneráveis a qualquer evento que possa acontecer, sobretudo em meses com fortes e prolongadas chuvas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas análises efetuadas é possível constatar a indiscutível relação entre riscos ambientais urbanos e questões relacionadas ao uso e ocupação do solo, estas que tornam a população vulnerável. No que diz respeito aos aspectos socioambientais do bairro da Federação, são perceptíveis problemas de diversas categorias de risco, com diferentes tipos de infraestrutura em exposição, a maioria com sérias dificuldades de enfrentamento.

Os 6 pontos identificados e fotografados nesta pesquisa evidenciam e comprovam a forma como a população está exposta e como, de fato, ocorre a vulnerabilidade socioambiental. As condições nas quais a população se torna vulnerável a determinado risco ambiental, quase sempre se associam à ausência de opções adequadas de habitabilidade. Em nenhum dos pontos analisados verifica-se baixa vulnerabilidade ou risco, essas são circunstâncias irrefutáveis da ausência da gestão pública adequada. Nesse sentido, as encostas íngremes acabam se tornando a única opção pelo baixo custo, e, no caso da Federação, a questão de ser um bairro de fácil conexão para outros locais da cidade.

Um dos principais impasses para o enfrentamento dos problemas ambientais oriundos da alta pluviosidade em Salvador é a falta de atualização constante das ocorrências de eventos como os de deslizamento e desabamento, entre outros, por parte da CODESAL. Todavia, em veículos de imprensa como *A Tarde*, *G1*, *Correio24Horas*, frequentemente o sítio da Federação é abordado como área de risco de acidentes ligados às fortes chuvas e ausência de infraestrutura, o que evidencia a importância de aparelhar órgãos de defesa civil municipal e estadual para o conhecimento do mapeamento geológico e das áreas de risco. Assim como é necessária a criação de núcleos comunitários de defesa civil com equipes treinadas para reconhecer a probabilidade de um determinado evento desastroso e a solução antes da sua ocorrência.

É fundamental, do mesmo modo, uma renovação do Plano Diretor de Encostas - PDE (2004), pois, além do fator tempo, considerando a constante mudança a que ambientes urbanos estão submetidos, a sua implementação é considerada insuficiente em termos de prevenção e redução do risco, o que expõe as encostas a desastres anuais. Sendo assim, não cumprindo seus objetivos de promover a redução da vulnerabilidade através do gerenciamento de risco.

Cabe ressaltar que Salvador registrou o período mais chuvoso, em 36 anos, no ano de 2020. De acordo com dados do INMET, os meses de janeiro (92,8 mm), março (265,4 mm), abril (527 mm), maio (457,4 mm), junho (270 mm), agosto (130 mm), setembro (87,4 mm) e novembro (137 mm) ultrapassaram as normas climatológicas para o período. Fevereiro, com 37,6 mm, julho, com 168,2 mm e outubro com 59,4 mm foram os únicos que fecharam abaixo da média. Em um ambiente onde a influência das chuvas é marcante, tanto em volume quanto na intensidade, faz-se necessária a ampliação da rede de postos pluviométricos e estações climatológicas ativas na cidade (atualmente estão em funcionamento apenas 9 deles) e a

garantia da sua manutenção por longo período, a fim de entender melhor a variabilidade espacial em toda sua plenitude.

O monitoramento pré e pós desastres é essencial para dar suporte às famílias vítimas do risco, bem como a implantação de redes de drenagem, obras de contenção de taludes, remoção de moradias e/ou regularização de loteamentos precários são medidas de segurança para conter e minimizar o risco em áreas vulneráveis à ocorrência de escorregamentos. Além de assegurar educação ambiental para a população, servidores públicos, especialmente os integrantes dos órgãos que compõem o Sistema Municipal de Defesa Civil e professores de escolas próximas a áreas de risco, com intuito de se tornarem agentes multiplicadores na criação de uma cultura de prevenção de riscos.

Almeja-se que este trabalho possa impulsionar futuros estudos e reflexões no tocante às questões relativas à vulnerabilidade socioambiental em áreas de riscos tanto no bairro da Federação, como em outros bairros da cidade de Salvador que enfrentam problemas similares, colaborando, assim, para o mapeamento e acompanhamento desses locais. Enfatizando, ainda, que o gerenciamento integrado das complexidades das condições socioeconômicas, geotécnicas, institucionais e de gestão do PDE, sem uma gestão integral do risco, propicia cenários de tragédia, como são os deslizamentos de encosta, que, em questão de segundos, acabam causando prejuízos incontáveis à população vulnerável.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. Q. **Riscos ambientais e vulnerabilidades nas cidades brasileiras**: conceitos, metodologias e aplicações. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2012. (Coleção PROPG Digital - UNESP). ISBN 9788579832895.
- ANEAS DE CASTRO, S. D. Riscos e perigos: uma visão da geografia. Scripta Nova. **Revista Eletrônica de Geografia e Ciências Sociais** (Barcelona), n. 60, 15 mar. 2000. Disponível em: <http://www.ub.es/geocrit/sn-60.htm>. Acesso em 22 jul. 2021.
- BRASIL. **Código Florestal**. Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm). Acesso em: 22 de set. em 2020.
- CERQUEIRA, E. C. **Vulnerabilidade socioambiental na cidade de Salvador-Bahia**: análise espacial das situações de risco e ações de resiliência. 2019. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2019.
- CODESAL. Coordenadoria de Defesa Civil de Salvador. **Histórico de Acidente**. Salvador, 29 out. 2004. Disponível em: [www.defesacivil.salvador.ba.gov.br/](http://www.defesacivil.salvador.ba.gov.br/). Acesso em: 22 set. 2020.
- CONDER. **Painel de informações**: dados socioeconômicos do município de Salvador por bairros e prefeituras-bairro / Sistema de Informações Geográficas Urbanas do Estado da Bahia (INFORMS - Organizador). 5. ed. Salvador: CONDER/ INFORMS, 2016.
- CREPANI, E. *et al.* **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001. Disponível em: <http://sap.ccst.inpe.br/artigos/CrepaneEtAl.pdf>. Acesso em: 8 out. 2020.
- CUNICO, C. **Do Risco à Adaptação**: a Identificação da Vulnerabilidade Socioambiental de Curitiba – PR. 2013. Tese (Doutorado em Geografia) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. BDMEP. **Banco de dados meteorológicos**: para coleta dos dados totais pluviométricos anuais e mensais. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acesso em: 1 out. 2020.

SALVADOR. **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do Município de Salvador** (PDDU). Lei nº 9.069/2016. Disponível em: <http://www.sucom.ba.gov.br/wp-content/uploads/2016/07/LEI-n-9.069-PDDU-2016.pdf>. Acesso em: 30 set. 2020.

SANTANA, S.N. **Análise da Vulnerabilidade Ambiental de Salvador: Um Subsídio ao Planejamento e à Gestão Territorial da Cidade**. 2014. Tese (Doutorado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.

SILVA, C. C. **Uma proposta de atualização do Plano Diretor de Encostas de Salvador-PDE: Por uma cidade mais resiliente aos desastres socioambientais**. 2016. Dissertação (Mestrado em Gestão de Políticas Públicas e Segurança Social) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2016.

SILVA, N. T. **As chuvas no município de João Pessoa: impactos, risco e vulnerabilidade socioambiental**. 2018. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.

SUCOM. Secretaria Municipal de Urbanismo. **Plano Salvador 500: Relatório de caracterização atual**. Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas. Disponível em: <https://www.cms.ba.gov.br/uploads/pddu/Caracterizacao%20Atual.pdf>. Acesso em: 31 set. 2020.

---

## INFORMAÇÕES DOS AUTORES

### **Catharina Freire Maciel Rodrigues**

Bacharel em Geografia pela Universidade Católica do Salvador  
Integra o Grupo de Estudo e Pesquisa em Geografia Política e Geopolítica (GEPOGEO) e o Grupo de Pesquisa de GeoAmbiental (GPGA)  
E-mail: [cathy.freire@hotmail.com](mailto:cathy.freire@hotmail.com)  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5688030799360426>

### **Camila Alves Ribeiro**

Bacharel em Geografia pela Universidade Católica do Salvador  
Integra o Grupo de Estudo e Pesquisa em Geografia Política e Geopolítica (GEPOGEO) e o Grupo de Pesquisa de GeoAmbiental (GPGA)  
E-mail: [camila.ribeiro@ucsal.edu.br](mailto:camila.ribeiro@ucsal.edu.br)

### **Augusto César da Silva Machado Copque**

Doutor em Geografia pela Universidade do Minho, UMINHO, Portugal. Professor da Universidade Católica do Salvador. Líder do Grupo de Pesquisa de GeoAmbiental (GPGA)  
E-mail: [augusto.copque@ucsal.br](mailto:augusto.copque@ucsal.br)  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8214402589596535>

---

Recebido em: 20/03/2021

Aceito em: 30/07/2021