



## Análise cadastral das ameaças do meio físico na comunidade do Rio Cachoeira – Bairro Saco dos Limões, Florianópolis/SC

*Cadastral analysis of natural hazard in the community of Rio Cachoeira – Saco dos Limões neighborhood, Florianópolis/SC*

Edna Lindaura Luiz <sup>\*1</sup>  , Graziela Maziero Pinheiro Bini<sup>2</sup>  

<sup>1</sup>Departamento de Geografia, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil

Recebido (Received): 30/10/2020

Aceito (Accepted): 02/08/2021

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil

E-mail: Grazielabini@gmail.com

\*E-mail para correspondência: elinluiz@uol.com.br

**Resumo:** Formas de relevo são elementos naturais que servem de substrato para o assentamento de estruturas humanas, como edificações, arruamentos, pontes e outras. Entretanto, a ocupação de certas formas de relevo pode originar áreas de risco em função da dinâmica geomorfológica local. Este é o caso da comunidade da Bacia do Rio Cachoeira, no bairro Saco dos Limões em Florianópolis/SC, instalada em uma porção dissecada da encosta cristalina do Maciço do Morro da Cruz. O objetivo deste estudo é discutir as ameaças resultantes da dinâmica do relevo nesta comunidade em decorrência de episódios de chuvas e das modificações antrópicas ali produzidas. A partir de levantamentos de campo, de um mapa cadastral da ocupação humana e da elaboração de um mapa geomorfológico de detalhe e de um mapa de ameaças, que contém as feições de relevo, evidências de ocorrência de processos morfogenéticos e as modificações antrópicas, foi possível identificar os perigos e os elementos vulneráveis a eles na área de estudo. Ameaças representadas por enxurradas, fluxos torrenciais, inundação, erosão de margem de rios, quedas e rolamentos de blocos rochosos, rompimento de muros de contenção ocorrem na área e atingem muitas residências. A escala de detalhe deste trabalho permite verificar que, apesar da pequena extensão espacial, a área de estudo apresenta muitas ameaças e, mesmo uma única residência, pode estar sujeita a uma série de perigos.

**Palavras chave:** Riscos geoambientais; Modificações antrópicas no relevo; Processos morfogenéticos.

**Abstract:** Relief forms are natural elements that serve as a substrate for the settlement of human structures, such as buildings, streets, bridges and others. However, the occupation of certain landforms can create areas of risk due to the local geomorphological dynamics. This is the case of the community Cachoeira River Basin, in Saco dos Limões neighborhood, Florianópolis/ SC, installed in a dissected portion of the crystalline slope of the Morro da Cruz Massif. The aim of this paper is to make an analysis of the hazards resulting from the geomorphological dynamics in study area because of episodes of rain and the anthropic changes of the relief. The study included field surveys, a cadastral map of human occupation and the elaboration of a detailed geomorphological map and a hazard map, which contains the relief features, evidence of the occurrence of morphogenetic processes and anthropic changes in landforms. Elements vulnerable to hazards found in the study area were also identified. Hazards represented by runoff, torrential flows, flooding, riverbank erosion, falls of rock blocks, rupture of retaining walls have been found in the area and affect many buildings. The scale of detail of this work shows that, despite the small spatial extent, the area presents many hazards and, even a single residence, can be subject to a series of hazards.

**Keywords:** Natural hazards; Human changes in landforms; Morphogenetic processes.

### 1. Introdução

O ambiente de elevações cristalinas em climas úmidos não é estático ao longo do tempo, especialmente durante episódios de chuvas intensas e/ou continuadas. Nestes momentos, a dinâmica do meio físico se manifesta de maneira mais significativa e os processos morfogenéticos de encostas são mais ativos, tais

como movimentos de massa, enxurradas (escoamento superficial concentrado) e fluxo torrencial nos rios ali presentes. Esta situação apesar de menos frequente no sistema encosta, ainda está dentro de seu equilíbrio dinâmico e pode ser absorvida pelo sistema sem modificá-lo ou pode causar modificações que criarão um novo estado de equilíbrio (SCHUMM, 1977; CHRISTOFOLETTI, 1980), com aparecimento de novas feições no relevo por exemplo. Uma situação de normalidade do sistema geomorfológico é quebrada quando os limiares de atuação dos processos morfogenéticos foram ultrapassados pela entrada de significativa quantidade de matéria e/ou energia.

Estes fenômenos naturais são muito eficientes para a esculturação do relevo, contudo, podem se tornar perigosos para as estruturas humanas (residências, arruamentos, canalizações, redes de transmissão elétrica, etc.) e para a vida das pessoas que ocupam as encostas das elevações situadas em locais como Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Recife, Florianópolis, entre outras. É muito importante saber quais os processos do meio físico que representam ameaças para as comunidades instaladas em encostas de maciços cristalinos com modelado de dissecação em outeiros e montanhas, como é o caso de Florianópolis, Santa Catarina (HERRMAN; ROSA, 1991). Este município passou de uma população de 138.337 habitantes em 1970 para 421.240 habitantes em 2010, segundo dados do Censo (IBGE, 2020). Este aumento de população ocorreu principalmente em função da intensa migração de pessoas para o município a partir da década de 1990. Com poucas áreas adequadas para a instalação de moradias e outras estruturas, as encostas dos maciços com dissecação em outeiros e montanhas modelados em granitos foram alvo de significativa urbanização, a qual foi muitas vezes inadequada em relação às características naturais destes locais, fato observado já no início da década de 1990 por Luiz (1993).

A ocorrência de fenômenos da dinâmica geomorfológica em encostas cristalinas pode causar perdas e danos à ocupação humana destes locais, desorganizando a situação de normalidade. E, dependendo do grau de perdas e danos, podem ocorrer acidentes, desastres e até catástrofes. Tominaga (2009a) e Castro (2003) definem desastres naturais como a ocorrência de eventos adversos que causam danos humanos, materiais e/ou ambientais, com consequentes prejuízos econômicos. A grande intensidade dos efeitos do evento adverso depende do grau de vulnerabilidade do sistema afetado. Tominaga (2009a) comenta que os fenômenos e desequilíbrios da natureza que são adversos atuam independentemente da ação humana, apesar de poderem ser agravados pela ação antrópica.

Palacios *et al.* (2005) chamam de ameaça ou perigo a probabilidade de ocorrência de um fenômeno natural ou induzido pelo homem capaz de provocar esta interrupção da situação de normalidade, ou seja, com potencial para causar perdas e danos. Bitar (2014, p. 3) apresenta diferença entre os termos ameaça e perigo: ameaça "... corresponde ao fenômeno ou processo do meio físico cuja dinâmica pode gerar consequências negativas (perdas e danos) em relação aos elementos expostos (pessoas, edificações, infraestrutura, bens materiais, serviços, recursos naturais)", enquanto o perigo "... expressa uma condição com potencial para causar consequências negativas em um dado período ou intervalo de tempo". Desta forma, o perigo pressupõe uma possibilidade, diferente de ameaça que tem um caráter mais descritivo. Nesta pesquisa, os dois termos são abordados como sinônimos como apresentado por Palacios *et al.* (2005).

Chardon (1998) coloca que países subdesenvolvidos sofrem mais com acidentes, desastres ou catástrofes provocados pela atuação de processos naturais, pois são mais vulneráveis. A vulnerabilidade significa, segundo Brasil (2007, pág. 26), o "Grau de perda para um dado elemento, grupo ou comunidade dentro de uma determinada área passível de ser afetada por um fenômeno ou processo". White (1945) já explicava que as cheias dos rios se tornavam perigosas porque havia ocupação humana nas planícies fluviais, uma vez que esta ocupação era vulnerável ao referido fenômeno, pois não sabia conviver (se ajustar) ao fenômeno natural. A vulnerabilidade deve levar em conta aspectos físicos, ambientais, técnicos e ainda dados econômicos, psicológicos, sociais e políticos (VEYRET; RICHEMOND, 2007).

O conceito de risco surge da probabilidade de que um perigo se concretize sobre um cenário vulnerável (CERRI; AMARAL, 1998). Tominaga (2009b, p. 151) define risco como "... um perigo calculável, pois um processo potencialmente perigoso torna-se um risco para a população afetada a partir do momento em que sua ocorrência passa a ser previsível, seja por emitir sinais prévios ou pela repetição, permitindo estabelecer uma frequência". O risco de dois cenários a uma mesma ameaça pode ser muito diferente em função da vulnerabilidade de seus elementos, principalmente do seu grau de preparo para responder à ameaça, caso ela ocorra.

A Organização das Nações Unidas criou, na década de 1990, um modelo de gestão de risco para redução de desastres naturais (BRASIL, 2007; CERRI; AMARAL, 1998). Este modelo é dividido nas seguintes etapas: I- identificação do risco; II- análise do risco; III- medidas de prevenção; IV- planejamento para situações de emergência; V- informações públicas e treinamento. A identificação do risco envolve o

conhecimento do processo ou fenômeno perigoso, sua frequência e intensidade de ocorrência, sua área de abrangência, sua evolução ao longo do tempo. Somente após o perigo ser analisado, é que é possível realizar a análise dos elementos vulneráveis a ele. Deve-se fazer uma caracterização da situação dos elementos vulneráveis frente ao fenômeno ou processo perigoso, o qual, caso se manifeste, provocará perdas e danos sobre estes elementos. Um elemento do cenário pode ser vulnerável a um tipo de perigo e não ser a outro.

Bitar e colaboradores do IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo e da CPRM (Serviço Geológico do Brasil) (2014) discutem procedimentos metodológicos para construção de carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações. A suscetibilidade é o conjunto de condicionantes que tornam um determinado local sujeito a algum perigo. Brasil (2007, p. 26) coloca que a suscetibilidade mostra "... a potencialidade de ocorrência de processos naturais e induzidos em uma dada área, expressando-se segundo classes de probabilidade de ocorrência". A determinação da suscetibilidade não precisa incorporar a previsão de quando ocorrerá o evento perigoso (BITAR, 2014). A suscetibilidade procura responder o que ocorre, onde ocorre, quando ocorre, qual a abrangência e periodicidade, entre outras questões relativas à ameaça. Desta forma, o conhecimento a respeito do processo ou fenômeno que pode se configurar em uma ameaça é de extrema importância na determinação da suscetibilidade e posteriormente do grau de risco a que determinado cenário está exposto.

O presente trabalho realiza uma análise cadastral das ameaças criadas pela dinâmica do relevo que atingem os moradores da Bacia do Rio Cachoeira, no bairro Saco dos Limões em Florianópolis/SC. A comunidade da área de estudo situada nas encostas do Maciço do Morro da Cruz, em Florianópolis, já sofreu perdas e danos por causa da ocorrência de episódios de chuvas excepcionais, tais como os do natal de 1995, de novembro de 2008, de agosto de 2011, entre outros. As ruas desta comunidade que estão situadas na bacia do rio Cachoeira estão entre as mais afetadas, muitas famílias já tiveram traumas psicológicos e perdas materiais consideráveis.

Os moradores situados em ambientes naturais instáveis, como fundos de vales e encostas íngremes, em sua grande maioria, não possuem conhecimento dos perigos a que estão sujeitos por ocuparem tais locais. Além disso, eles modificam o ambiente, aumentando a susceptibilidade do lugar aos perigos e, muitas vezes, condicionando a ocorrência de um fenômeno da dinâmica natural onde antes ele seria improvável. Cooke e Doornkamp (1990) e Goudie (2013) discutem as modificações realizadas por ação antrópica em bacias hidrográficas e as possíveis consequências disso.

O conhecimento sobre as ameaças presentes na Bacia do Rio Cachoeira se baseia na elaboração de um mapa geomorfológico de detalhe, no conhecimento de campo e dos eventos passados que provocaram interrupção da situação de normalidade na comunidade ali instalada. Pretende-se com este estudo contribuir para a identificação do risco e para futuros planos de gestão de riscos, investindo deste modo na prevenção ou redução de desastres na área de estudo.

## 2. Localização e características da área de estudo

A bacia do rio Cachoeira está situada entre as coordenadas UTM 6.944.495,35m N e 6.944.454,91m N; 743.011,74m E e 743.136,13m E, fuso 22 Sul, apresentando uma área total de 0,174 km<sup>2</sup>, fazendo parte das encostas do Maciço do Morro da Cruz em Florianópolis/SC. Este Maciço apresenta-se alongado no sentido nordeste-sudoeste com topos na forma de cristas rochosas. Segundo Tomazzoli *et al.* (2003), o Maciço do Morro da Cruz é constituído por rochas em sua maioria graníticas, sendo cortado por diques de diabásio de direção NNE, por diques pouco espessos de riolitos e por falhas e zonas de cisalhamento dúcteis-rúpteis com direções variadas, policíclicamente reativadas. Em função das zonas de cisalhamento, o granito se apresenta cataclasado, brechado e com variados graus de cimentação por óxido de ferro em muitos locais, o que lhe confere uma cor mais escura (TOMAZZOLI *et al.*, 2003). Estas transformações metamórficas das rochas mantêm as cristas do maciço devido a sua maior resistência. As cristas seguem as antigas linhas de falhas e zonas de cisalhamento.

Em função das altas declividades dos terrenos e da significativa resistência da rocha, os solos da Bacia do Rio Cachoeira são rasos, como Neossolos Regolíticos, Neossolos Litólicos e afloramentos rochosos nas áreas mais altas, podendo ocorrer Cambissolos e Argissolos nas partes mais baixas das encostas de acordo com observações *in loco*. Mesmo assim, estes solos, com exceção dos Neossolos Litólicos e afloramentos rochosos, permitiram o desenvolvimento na área da floresta ombrófila densa submontana; embora sejam apenas encontrados seus estágios de regeneração, tais como a capoeirinha, a capoeira e o capoeirão (COURA NETO; KLEIN, 1991), em função da exploração da mata e sua substituição por cultivos e pastagens no passado.

A colonização por uma vegetação do tipo floresta nas encostas da ilha de Santa Catarina, onde se encontra a área de estudo, é favorecida por um clima subtropical úmido, com chuvas bem distribuídas durante todo o ano. De acordo com dados da estação meteorológica de São José, mantida pelo Instituto Nacional de Meteorologia, a qual fica no continente próximo a ilha de Santa Catarina, a temperatura média mensal de Florianópolis varia entre 16,3°C no mês de julho e 24,6°C em fevereiro, enquanto a precipitação mínima média mensal ocorre em julho, com 82,6mm, e a máxima em janeiro, com 197mm.

As chuvas são mais significativas no período do verão, entretanto, nos meses de primavera também há total pluviométrico considerável. Diferentes sistemas meteorológicos contribuem para a ocorrência de chuvas na região, tais como frentes frias, vórtices ciclônicos, cavados de níveis médios, convecção tropical e a circulação marítima (MONTEIRO, 2001). Episódios de chuvas excepcionais podem ocorrer em qualquer momento do ano devido às configurações específicas de sistemas atmosféricos regionais e locais e isto desencadeia muitas das situações de perigo que a comunidade da Bacia do Rio Cachoeira enfrenta.

Em conversas com moradores mais antigos da Bacia foi relatado que há cerca de 40 anos, a área era totalmente desabitada. Os antigos moradores descrevem que a ocupação começou primeiramente na base da encosta pela família açoriana de sobrenome “Jesus”. Logo vieram outras famílias açorianas, bem como migraram para lá os descendentes de italianos e de outras etnias vindos das regiões do Sul de Santa Catarina, mais precisamente dos municípios de Braço do Norte, Tubarão e Pedras Grandes. Muitos destes imigrantes estavam já fugindo do desastre da grande cheia do rio Tubarão de 1974. Também vieram para a área de estudo, descendentes de alemães da colônia formada em Alfredo Wagner/SC.

Esse contingente populacional foi se estabelecendo primeiramente no baixo vale do rio Cachoeira, mas com a chegada de outras pessoas e o próprio crescimento vegetativo, as áreas mais altas e íngremes foram sendo ocupadas. As áreas com declividade mais acentuada tinham preços mais acessíveis aos imigrantes.

Os moradores contam que ao chegarem a Bacia do Rio Cachoeira se depararam com muitas dificuldades, porque a área era coberta de “mato” e não havia estradas, apenas “picadas” que correspondiam a pequenos caminhos no interior da floresta. Com o trabalho dos imigrantes, estes caminhos foram limpos a foice e utilizados durante muito tempo até que as ruas fossem abertas. Uma moradora conta que veio do interior de Santa Catarina com um pequeno capital em busca de trabalho e estabeleceu sua moradia dentro da Bacia do Rio Cachoeira no ano de 1972 e que, durante 10 anos, passou por percalços para manter sua família. Ela relata ainda que todo o material para construção de sua casa era trazido nas costas pelo caminho dentro do mato, assim como os gêneros para a alimentação da família.

A água que abastecia as casas era retirada de uma nascente no alto da encosta e cada casa precisava ter uma mangueira de borracha para trazer a água. A maioria das mulheres eram lavadeiras e utilizavam os cursos d’água dentro da comunidade para seu ofício, o que é lembrando até hoje por muitos moradores que ao se referirem ao rio o chamam de “Rio da Bica”. Os homens, em sua maioria, trabalhavam como autônomos, prestando serviços de pedreiro, pintura e marcenaria. Muitos, além de seu trabalho, também tinham plantações voltadas à subsistência. Atualmente, alguns ainda trabalham como autônomos, mas a grande maioria é assalariada na iniciativa privada, em empregos de baixa qualificação.

### 3. Materiais e métodos

Os fenômenos perigosos relativos à dinâmica do relevo foram estudados a partir da confecção de mapas de detalhe (geomorfológico e de perigos), de observações *in loco* e de entrevistas com moradores. A elaboração do mapeamento geomorfológico de detalhe utilizou como base planialtimétrica a folha SG-22-Z-D-V-Z-NE-F-I-6 de 2001, cedida pelo Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis – IPUF, com curvas de nível com equidistância de 1 metro e escala 1:2.000. Os dados contidos nesta folha foram convertidos da extensão DWG para SHP e, em seguida, foram corrigidos os erros decorrentes desta conversão. Para melhor visualização do relevo, utilizou-se as curvas de nível e os pontos cotados para gerar um modelo digital de elevação – MDE, realizado pela ferramenta “*Topo to Raster*” do programa ArcGis 10.2. Também para contribuir com o mapeamento geomorfológico, a partir do MDE foi elaborado o modelo de sombreamento através da ferramenta “*Hillshade*”.

A rede de drenagem foi extraída por meio do MDE com o conjunto de ferramentas “*Hidrology*” do programa ArcGis 10.2. Para isso, o MDE necessitou ser retrabalhado nas fases “*Silk*” e “*Fill*”. A fase “*Silk*” é utilizada para identificar os possíveis vazios e imperfeições (*sinks*) do MDE e a “*Fill*” é adotada para preencher as pequenas imperfeições nos dados e também para remoção de todos os *sinks* do *raster* de superfície. Logo, este processo gerou um novo “*MDE Fill*”, ou seja, um MDE corrigido. Com o “*MDE Fill*” foi gerado um *raster* contendo a direção do fluxo de cada célula, aplicando a ferramenta *Flow direction*. Na

sequência, utilizando a ferramenta “*Flow Accumulation*”, criou-se um outro *raster* que determinou a acumulação de fluxo a partir do *raster* de direção de fluxo. Por fim, mediante uma expressão algébrica, foi realizada a extração dos rios pela ferramenta “*Raster Calculator*”. A rede de drenagem gerada foi corrigida e ajustada manualmente a partir de interpretação visual das curvas de nível e de observações de campo. Desta forma, foi possível identificar os cursos d’água ou trechos deles que são efêmeros (com fluxo apenas quando chove), intermitentes (com vazão vários dias após os episódios de chuvas) e perenes.

Com o auxílio das curvas de nível com equidistância de 1m, do *hillshade*, da rede de drenagem e de trabalhos de campo, foi elaborado o mapa geomorfológico da bacia do rio Cachoeira na escala 1:3.000, sendo possível visualizar trechos de fundo de vale e feições presentes nas encostas e nos divisores d’água. Este mapa também contém os arruamentos e edificações presentes na área de estudo.

A etapa de identificação e caracterização das ameaças constituídas pela dinâmica do relevo da bacia do rio Cachoeira para a população ali residente foi possível a partir da construção do mapa geomorfológico, das entrevistas com moradores e de trabalhos de campo. Com auxílio de um mapa-base (base planialtimétrica com rede de drenagem) foram identificados e caracterizados trechos com presença de canalizações da rede de drenagem, locais com erosão de margens nos rios, cortes de encostas, presença de blocos rochosos na encosta, pontos ou zonas de exfiltração nos terrenos, entre outros aspectos ligados à atuação dos processos geomorfológicos.

Estas informações foram sistematizadas em um mapa de ameaças da dinâmica do relevo da Bacia do Rio Cachoeira na escala 1:1.800, elaborado sobre a base planialtimétrica do IPUF descrita anteriormente, pois esta também contém informações cadastrais, tais como edificações, muros e arruamentos. A atualização das edificações e obras, como muro de contenção e cortes, foi realizada a partir de interpretação visual da ortofoto digital com resolução espacial de 39 cm do Aerolevantamento Fotogramétrico da Secretaria de Desenvolvimento Econômico e Sustentável de Santa Catarina (SDS), realizado entre os anos de 2010 e 2013, e também a partir de visitas de campo e observações das imagens do Programa *Google Earth*.

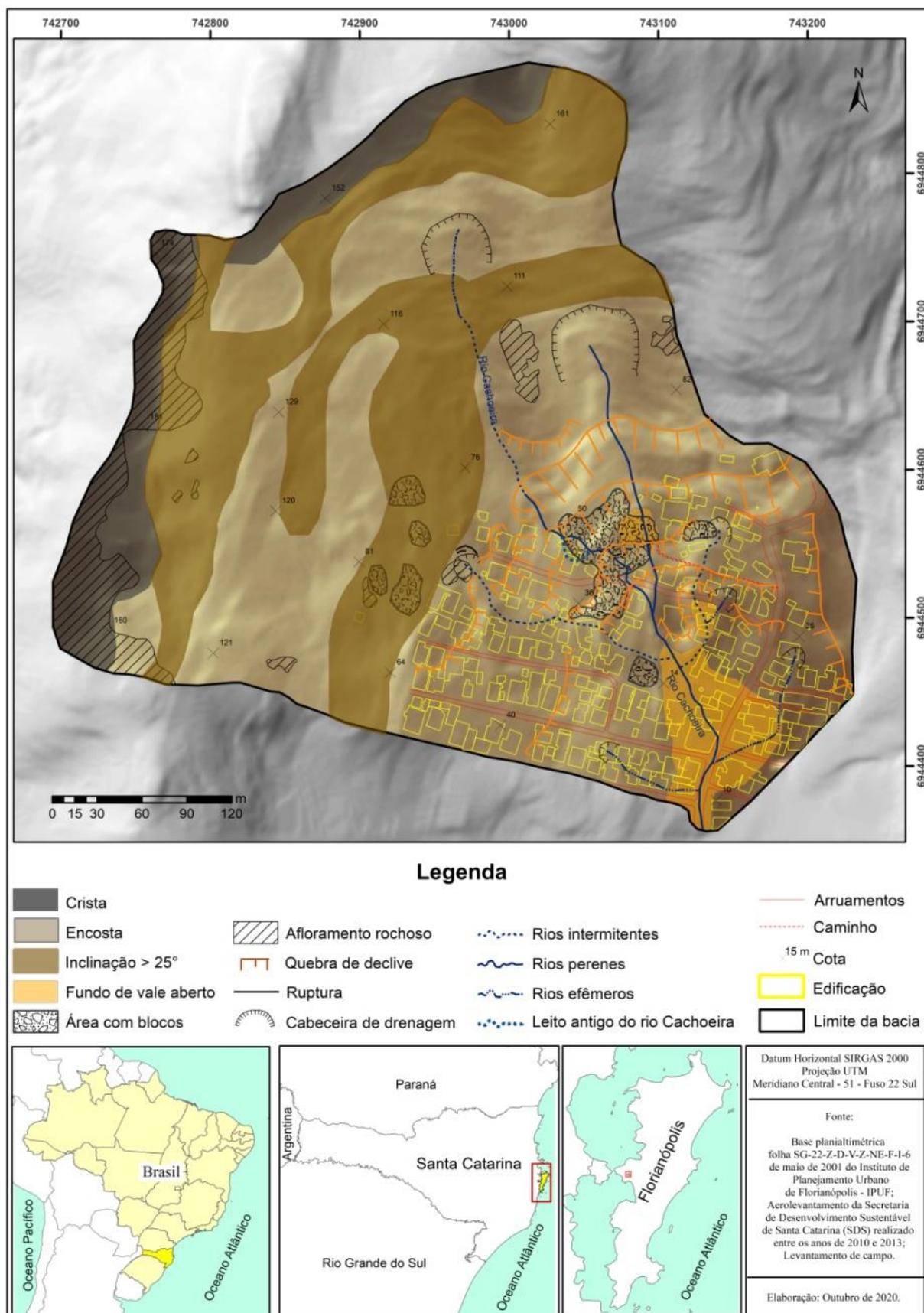
#### 4. Resultados e discussões

Três formas básicas podem ser observadas na bacia do rio Cachoeira: os topos dos divisores principais, as encostas e o fundo do vale com planície presente nas confluências do rio principal (Rio Cachoeira) com seus afluentes. O divisor principal da bacia é formado por crista rochosa arredondada e há também locais onde ela já foi desgastada e aparecem selas e topos isolados (**Figura 1**).

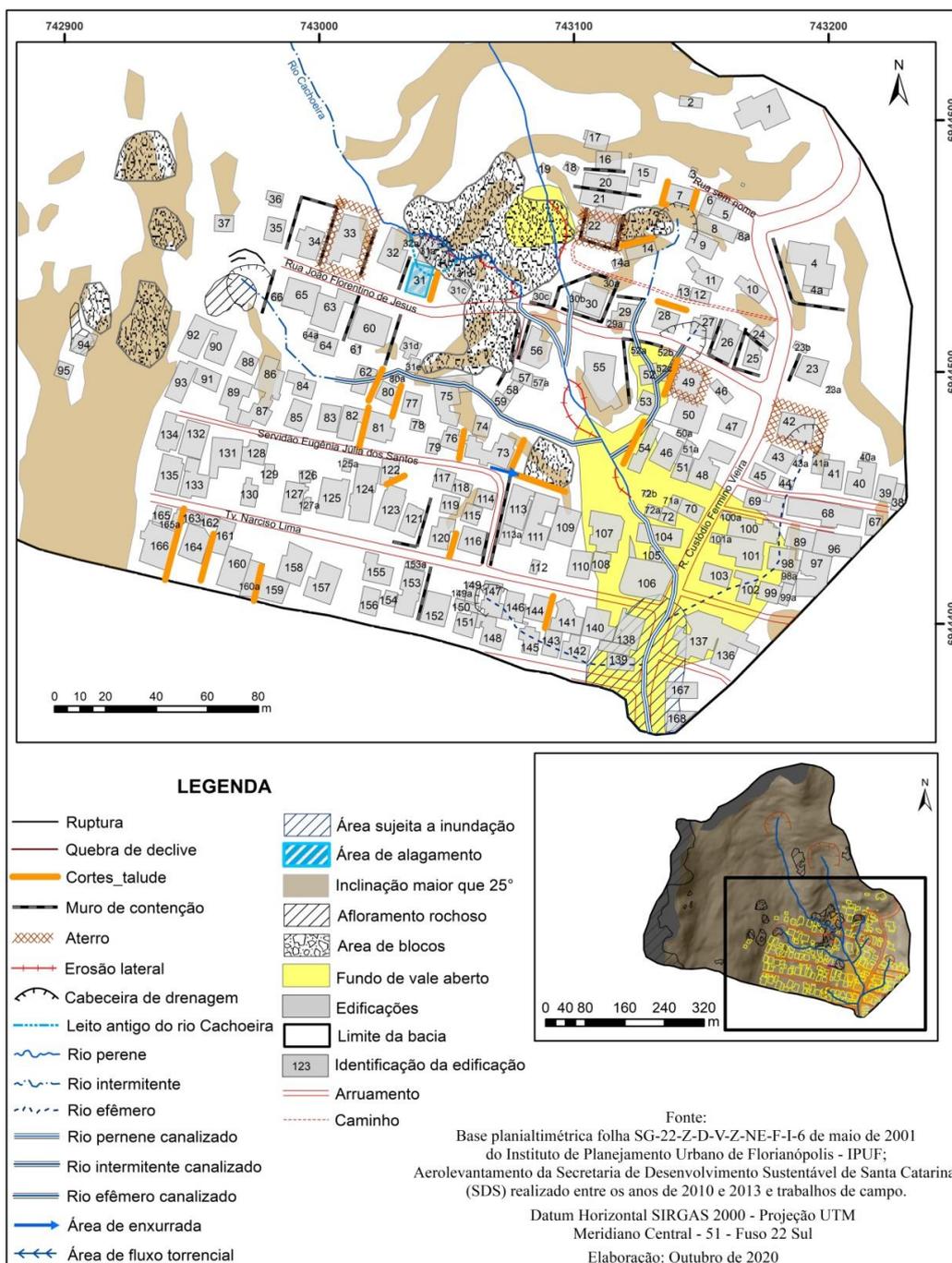
O topo em crista tem forma convexa, com descontinuidades criando selas e topos angulosos. Devido à resistência da rocha, há muitos afloramentos rochosos nos divisores. Em relação à encosta, sua parte superior é muito íngreme, com setores retos que se estendem lateralmente e praticamente sem incisão pela drenagem. Na parte baixa dela, há maior dissecação pela drenagem, além da existência de patamares, provavelmente estruturais, e cabeceiras de drenagem. Alguns rios apresentam corredeiras quando atravessam as bordas dos patamares (por isso o nome do Rio Cachoeira). Também ocorrem áreas com muitos blocos rochosos aflorando nesta parte da encosta. É possível observar depósitos de colúvio, o que gera maior espessura dos solos no terço inferior da encosta.

A drenagem tem trechos efêmeros e intermitentes, e apenas o trecho inferior do rio Cachoeira é perene, mesmo assim sua vazão é pequena quando não está chovendo. Isto ocorre por causa da alta declividade das encostas e dos solos rasos que não tem capacidade de absorver a água da chuva, não alimentando aquíferos e conseqüentemente, as nascentes de forma permanente. É possível observar que quando chove há formação de enxurrada nas encostas (escoamento superficial concentrado) e fluxos torrenciais nos rios.

Apesar da área possuir pequena extensão (0,174 km<sup>2</sup>), foram encontrados diferentes tipos de ameaças ligadas às características naturais da bacia do rio Cachoeira e também relacionadas com modificações da geometria do relevo e da drenagem realizadas pelos habitantes do local (**Figura 2**). A área de estudo mostra a ocorrência de movimentos de massa em cortes de encosta, escoamento superficial concentrado (enxurrada) nos arruamentos perpendiculares à encosta, fluxo torrencial nos rios em momentos de chuvas intensas, erosão lateral de leito fluvial, inundação no fundo de vale, além de alagamentos localizados. Alagamento aqui é entendido como acúmulo de água da chuva em áreas baixas e sem drenagem e/ou subida do lençol freático no local. A seguir serão descritas as ameaças observadas na bacia.



**Figura 1.** Mapa geomorfológico da bacia do rio Cachoeira, Bairro Saco dos Limões - Florianópolis/SC.  
 Fonte: Elaboração das autoras.



**Figura 2.** Ameaças naturais e induzidas na bacia do Rio Cachoeira, bairro Saco dos Limões - Florianópolis, SC. Elaboração das autoras.

#### 4.1. Ameaças naturais e induzidas na Bacia do Rio Cachoeira

As estruturas humanas implantadas na área de estudo são edificações, tubulações para a drenagem, arruamentos com pavimentação, pontes de madeira. As edificações são em sua maioria utilizadas como residências e o restante como seus agregados, como edículas e garagens por exemplo.

A ocorrência de chuvas intensas provoca rapidamente aumento de vazão nos rios. O rio Cachoeira sofre fluxo torrencial, o qual ameaça a edificação 31a (**Figura 3**) em virtude da erosão lateral do leito e inundação. Neste trecho do rio, um morador deslocou o leito lateralmente para construir sua residência exatamente sobre este espaço (edificação 31). Em razão disso, esta residência apresenta alagamentos por subida do lençol freático em episódios de chuvas continuadas. A jusante deste ponto, são nítidos o aprofundamento e alargamento do leito, provavelmente por causa das mudanças antrópicas realizadas. Vários blocos e algumas árvores ali presentes estão sendo remobilizados, ameaçando cair dentro do rio e barrar seu fluxo, o que provocaria a desestabilização das estruturas das edificações 31a, 31b, 31c, 32, 32a e 32b.



**Figura 3.** Aprofundamento do leito do rio Cachoeira a jusante do trecho desviado. Observar a tentativa dos moradores de conter a energia do fluxo do rio colocando resíduos dentro do canal. Em **A**, a edificação 31d está na borda do leito do rio com erosão. Em **B**, se observa o detalhe da margem esquerda do rio neste local e é possível visualizar dois pontos com escavação, em virtude de fluxo turbilhonar em momentos de cheias. Fonte: Graziela Bini (Agosto/2020).

No médio vale do Rio Cachoeira, três afluentes se juntam a ele. A confluência mais a montante, ocorre entre trechos canalizados do Rio Cachoeira e de seu afluente, neste local há contenção de margem, fundo e tamponamento do leito. Este local é o quintal de uma propriedade (edificações 56 e 57) e é possível ver rachaduras e subsidência do tamponamento, provavelmente em função de fluxos torrenciais que ocorrem ali em episódios de chuva intensas, podendo desabar toda a estrutura em um destes episódios. Após a confluência, o Rio Cachoeira deixa de ter contenções e está sofrendo migração lateral de seu leito. A migração lateral do leito está avançando para a borda de um patamar, onde acima se encontra a residência 56.

A jusante do trecho com confluências, o fundo do vale do Rio Cachoeira fica mais aberto e é possível encontrar novamente o fenômeno da erosão de margem. Isto não ocorre mais abaixo porque o leito do rio Cachoeira volta a ter contenções, agora com uma tubulação de 60cm. Deste ponto em diante, o rio Cachoeira canalizado alcança outro rio canalizado que se estende até a desembocadura na Baía Sul.

Como é possível observar na **Figura 2**, as residências 104, 105 e 106 foram parcialmente ou totalmente construídas sobre o leito canalizado (**Figura 4**). No evento de precipitação extrema de dezembro de 1995, essa canalização não suportou a quantidade de água e rompeu dentro e fora destas residências. Uma moradora deste local relata esse episódio com muita tristeza ao lembrar que o fluxo de água levou alguns de seus pertences, até mesmo uma geladeira. Portanto, essas residências além do perigo de inundação e assoreamento, apresentam também o fenômeno de fluxo torrencial, o qual pode provocar mais danos.



**Figura 4.** Fundo do vale do rio Cachoeira com pequena planície. Estas residências estão sujeitas a alagamentos e assoreamentos. Há perigo também de enxurradas devido aos declives acentuados à montante deste local. As edificações 104, 105 e 106 foram atingidas por fluxos torrenciais e inundações no evento de chuvas excepcionais de dezembro de 1995. Fonte: Graziela Bini (Agosto/2020).

Nas cabeceiras de drenagem observadas ao longo das encostas da bacia, é possível verificar acumulação de fluxos e há sempre muita umidade nestes locais, o que os torna um tanto insalubres. As edificações 6, 7, 8, 9, 14, 27, 41, 42, 43, 43a, 147, 148, 149, 149a, 150 e 151 estão próximas ou dentro de cabeceiras de drenagem. Uma destas cabeceiras, situada no alto da rua João Florentino de Jesus, apresenta erosão regressiva, o que ameaça as edificações 35 e 37. Esta erosão regressiva tem ligação com o escoamento subsuperficial raso que ocorre no contato solo-rocha a montante da cabeceira.

Fluxos intermitentes que nascem em cabeceiras no baixo vale do Rio Cachoeira foram canalizados e passam por baixo de diferentes edificações, tais como a 139, 142, 143, 146 e 147 e também 43a, 44, 69, 98 e 102, situadas do outro lado do vale. Ao longo destes percursos há muita umidade e perigo de rompimento das canalizações, com danos às edificações em momentos de chuvas mais intensas e/ou continuadas.

Em função das grandes declividades dos terrenos da bacia, foi necessária uma série de intervenções para transformá-los em locais aptos para receberem edificações e arruamentos (**Figura 2**). Desta forma, muitos cortes de encosta e alguns aterros foram realizados. A questão é que estas obras nem sempre foram executadas de maneira técnica adequada e já houve casos de quedas de muros de contenção.

A residência 20 apresenta o problema de estar construída à montante e na borda de um corte de encosta com aproximadamente três metros de altura. Este corte tem um muro de contenção e ele serve como parede da residência 21 abaixo e não apresenta drenos para saída de água. O peso desta construção mais a ausência de drenagem na parede pode levar à ruptura da estrutura, atingindo a própria residência 20 e as que estão abaixo do corte, como as edificações 21 e 22 e as edificações que são anexos das residências 14 e 24. Atualmente, na residência 21, existe exfiltração de água nos períodos de precipitação. Este fenômeno não permitiu que esta edificação fosse ocupada como moradia, uma vez que a umidade é excessiva.

Especificamente a residência 22 foi construída sobre áreas com cortes acima e abaixo dela e também recebeu aterros para nivelar o terreno. O corte na frente e na lateral da residência tem muro de contenção. Este muro possui rachaduras e apresenta embarrigamento por causa do peso da construção e do aterro. A residência 22 também apresenta outro problema, pois o terreno a montante dela é muito inclinado e por isso foi necessário fazer outro corte para poder construí-la. Acima deste corte, é possível observar fendas de tração. Também foram encontrados no quintal desta propriedade três blocos rochosos que sofreram rolamento em um episódio de chuvas intensas em novembro de 2007.

No terço superior da rua João Florentino de Jesus, no seu lado esquerdo, a inclinação do terreno é de aproximadamente 60°, exatamente no local onde estão as residências 32 e 33. Entre elas existe um corte com um muro de contenção com blocos de granito. Neste lugar já ocorreu um deslizamento, levando um outro muro de contenção que existia ali e que era construído de concreto. O muro atual, com aproximadamente 1,60m de altura, apresenta poucas saídas para a água infiltrada no terreno a montante. Dependendo da duração e intensidade dos episódios de chuva, pode ocorrer ruptura desse muro, e o perigo aumenta com o peso da edificação e do aterro colocado para nivelar o terreno acima. A impermeabilização causada pelos pavimentos de concreto nos quintais contribui para a ocorrência de enxurradas e alagamentos nos terrenos dessa rua. Outros cortes com muros de contenção mal executados ameaçam as edificações 31, 31c, 34, 36, 60, 66 nesta rua João Florentino de Jesus. A **Figura 5** mostra o corte entre as edificações 32, 32a e 31 e 31a.

Na parte mais íngreme da encosta, no alto da servidão Eugênia Júlia dos Santos, se localizam as residências 94 e 95. Nesse local, o solo é muito raso e com muitos afloramentos rochosos que logo ficam saturados com a infiltração das águas devido à sua pouca espessura. Essa característica ocasiona a formação rápida e abundante de escoamento superficial concentrado, desencadeando os fenômenos de enxurradas e assoreamentos. A mesma situação se verifica no alto da rua Narciso Lima, os moradores das residências 134, 135, 165 e 166 reclamam da grande umidade do solo e sofrem com ameaças relacionadas ao escoamento superficial concentrado, o qual só encontra saída nas bocas de lobo da drenagem pluvial, localizadas a jusante dessas residências. O escoamento concentrado nesta rua provoca danos à pavimentação, conforme pode ser visto na **Figura 6**. Inclusive nos trechos mais baixos da rua, a pavimentação é de concreto por causa dos constantes estragos provocados pelas enxurradas.

A presença de muitos blocos, tanto a montante da área urbanizada da encosta como no seu interior, é muito preocupante, pois eles estão soltos e podem se movimentar e rolar encosta abaixo. Há relatos de movimentações de blocos, mas, felizmente, até o momento, isto não causou danos mais severos. A área com mais blocos no interior da área de estudo é a borda de um patamar e ainda não foi ocupada por causa da grande inclinação dos terrenos e da instabilidade dos blocos, contudo, ela é parte de propriedades particulares que podem ser urbanizadas.



**Figura 5.** Muro de contenção executado com poucas saídas para a água entre as edificações 32 e 31. Em **A**, o terreno acima recebeu aterro para ficar plano, pois percebe-se em primeiro plano, a significativa inclinação da rua. Em **B**, detalhe do muro em que aparece uma rachadura (seta preta). Fonte: Graziela Bini (Agosto/2020).



**Figura 6.** Danos na pavimentação da rua Narciso Lima por causa da atuação do escoamento superficial concentrado (enxurradas). Fonte: Graziela Bini (Agosto/2020).

As ameaças observadas no campo e relatadas por moradores na área de estudo são naturais da dinâmica do relevo do local, como também induzidas pelos moradores a fim de tornar o sítio adaptado à urbanização. Esta parte das encostas do Maciço do Morro da Cruz por suas características de inclinação, presença de rios e de blocos e afloramentos rochosos precisou de intervenções humanas para receber edificações, arruamentos com pavimentação e outros equipamentos urbanos. Infelizmente, muitas destas intervenções aumentaram a suscetibilidade do meio ou a criaram onde ela não existia, como, por exemplo, a execução de contenções com poucas saídas para água feitas para colocar aterros e nivelar terrenos a montante, as quais tem o perigo de romper em algum episódio de chuva. Estes tipos de intervenções podem causar muitos problemas já comumente relatados na literatura (COOKE; DOORNKAMP, 1990; BRASIL, 2007; GOUDIE, 2013).

Dado o ambiente de bacia hidrográfica de encosta, as ameaças naturais ou induzidas ligadas à dinâmica hidrológica na área de estudo são características, entretanto, as altas declividades e a existência de solos rasos e/ou com afloramentos rochosos deste lugar contribuem para aumentar a suscetibilidade a estes fenômenos. Também devido ao pequeno grau de alteração das rochas no local e a individualização de muitos blocos rochosos, os movimentos de massa mais comuns na área são a queda e rolamentos de blocos, sem deixar de citar também a ameaça de rupturas em muros de contenção e aterros ali realizados (ameaças induzidas).

A localização da comunidade no terço inferior da encosta com partes mais dissecadas pelo Rio Cachoeira e seus afluentes e, ainda, a jusante de uma grande área de contribuição caracterizada por declividades muito

altas, afloramentos rochosos e solos rasos, condiciona os fenômenos do meio físico que ameaçam as estruturas e a vida das pessoas ali instaladas. A ocorrência de chuvas é a grande deflagradora dos problemas que a comunidade enfrenta, inclusive, em função dos eventos de acidentes no passado, muitos moradores ficam apreensivos quando um episódio de chuva é mais intenso ou dura muitos dias.

É interessante colocar que uma mesma residência pode sofrer ameaças diferentes, como ocorre com a residência 31 que sofre com alagamentos e também pode ser atingida por erosão da margem do rio Cachoeira ou pela ruptura do muro de contenção que está entre ela e a residência 32. Este é o caso também da residência 21 que tem o perigo de ruptura do muro de contenção situado a montante dela e ao mesmo tempo sofre com inundações em eventos de chuvas excepcionais.

## Conclusões

O uso do mapeamento geomorfológico de detalhe confeccionado com recursos de geoprocessamento a partir de bases detalhadas e reconhecimento de campo se provou um instrumento estratégico para a elaboração do Mapa de Ameaças. A identificação e a descrição das ameaças naturais e induzidas pela atividade antrópica na área de estudo foram baseadas também em levantamentos de campo e conversas com os moradores locais, o que mostra a importância da vivência destes moradores e a necessidade do contato dos pesquisadores com o cenário da área de estudo.

Deve ser ressaltado que apesar da pequena extensão da área de estudo, é possível identificar diversas ameaças causadas pela dinâmica do relevo deste local. Existem casos em que uma mesma residência pode estar vulnerável a diferentes tipos de ameaças.

Além do desconhecimento das características e da dinâmica do meio físico da área, também a falta de recursos financeiros da população local para a realização de obras mais adequadas é um problema. Alguns moradores comentaram que só foram morar naquele local porque as terras eram muito baratas e passíveis de serem adquiridas de acordo com suas posses. O preço baixo dos terrenos pode ser explicado por suas características físicas inadequadas à ocupação humana.

Os problemas analisados na comunidade do rio Cachoeira, no bairro Caieira do Saco dos Limões, são encontrados em outras encostas cristalinas do município de Florianópolis e cabe ao poder público normatizar a ocupação destes espaços. Deveria ser proibida a ocupação das áreas mais dissecadas das elevações cristalinas, pois como foi observado neste trabalho, elas são sítios de maior atuação dos processos hidrológicos e de encosta.

O poder público poderia promover alguma forma de auxílio técnico e financeiro à população que já vive neste tipo de relevo para diminuir as ameaças. A execução de obras estruturais tecnicamente corretas permitiria a redução de algumas das suscetibilidades locais. Também poderiam ser ofertados cursos de prevenção e capacitação aos moradores para uma melhor adaptação e convivência com as formas e os processos do relevo ali presentes. Em casos mais graves, o poder público deveria conduzir o processo de remoção dos moradores e sua realocação em locais mais seguros.

## Referências

BITAR, O.Y. (Coord.). **Cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações - 1:25.000**: nota técnica explicativa. São Paulo: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo; Brasília (DF): CPRM- Serviço Geológico do Brasil, 2014. (livro eletrônico).

BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES / INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios**. CARVALHO, C. S.; MACEDO, E. S.; OGURA, A. T. de (orgs.). Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007.

CASTRO, A. L. C. **Manual de Desastres: desastres naturais**. BRASIL. Secretaria Nacional de Defesa Civil Volume 1. Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento. 2003.

CERRI, L. E. da S.; AMARAL, C.P. do. Riscos geológicos. In: OLIVEIRA, A. M. dos S.; BRITO, S.N.A. de. (Org.) **Geologia de Engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998, p. 300 - 310.

CHARDON, A. C. Crescimento urbano y riesgos “naturales”: Evaluacion final de la vulnerabilidad global en Manizales, Andes de Colombia. **Revista Desastre y Sociedad**. nº 09, ano 6 - Especial: El niño en America Latina. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. p. 5 - 35. Jan/dez. 1998.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blucher, 1980.

COOKE, R. U.; DOORNKAMP, J. C. **Geomorphology in environmental management**. 2ª ed. Oxford: Clarendon Press, 1990.

COURA NETO, A. B.; KLEIN, R. M. Vegetação. In: **Mapeamento Temático do Município de Florianópolis**. Florianópolis: IPUF/IBGE, 1991. Mapa 1:50.000 e Memorial Descritivo.

GOUDIE, A. **The human impact on the natural environment: Past, Present, and Future**. 7ª. ed. Wiley-blackwell, 2013.

HERRMANN, M. L. P.; ROSA, R. O. Geomorfologia. In: IBGE-DIGEO. **Mapeamento Temático do município de Florianópolis**. Florianópolis: IPUF/IBGE, 1991. Mapa 1:50.000 e Memorial Descritivo.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades IBGE**, 2020. Disponível em <<http://cidades.ibge.gov.br/painel/populacao.php?>> Acesso em set. / 2020.

LUIZ, E. L. O impasse da ocupação de encostas: o caso do Bairro Saco Grande II - Fpolis/SC. In: V Simpósio de Geografia Física Aplicada, 1993, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Departamento de Geografia/FLCH/USP, 1993. p. 127-130.

MONTEIRO, M. A. Caracterização climática do estado de Santa Catarina: uma abordagem dos principais sistemas atmosféricos que atuam durante o ano. **Revista Geosul**. Vol.16, n. 31. Florianópolis, p. 69 – 78. 2001.

PALACIOS, J. D.; CHUQUISENGO, O; FERRADAS, P. **Gestión de riesgo em los gobiernos locales**. Lima: Soluciones Prácticas- ITDG, 2005.

SCHUMM, S. A. **The Fluvial System**. New York: Wiley, 1977.

TOMAZZOLI, E. R.; PELLERIN, J. R. M.; ESTEVES, M. B. Geologia e unidades morfotectônicas da área Central da cidade de Florianópolis – SC. In: II Congresso sobre Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa; IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário; II Congresso do Quaternário dos Países de Língua Ibérica. **Anais...** Recife: ABEQUA, 2003, p. 1 - 5.

TOMINAGA, L. K. Desastres naturais: por que ocorrem. In: TOMINAGA, L. K; SANTORO, J; AMARAL, R. (Orgs.) **Desastres Naturais: conhecer para prevenir**. 1ª edição. São Paulo: Instituto Geológico, 2009 a, p. 11 - 24.

TOMINAGA, L. K. Análise e mapeamento de risco. In: TOMINAGA, L. K; SANTORO, J; AMARAL, R. (Orgs.) **Desastres Naturais: conhecer para prevenir**. 1ª edição. São Paulo: Instituto Geológico, 2009 b, p. 147 - 160.

VEYRET, Y.; RICHEMOND, N. M. de. Definições e vulnerabilidades do risco. In: VEYRET, Y. **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. São Paulo: Editora Contexto, 2007. p. 25 - 46.

WHITE, G. F. **Human adjustment to flood**. University of Chicago, Department of Geography, Research Paper nº. 29, 1945.



Este artigo é distribuído nos termos e condições do *Creative Commons Attributions/Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual (CC BY-NC-SA)*.