



DINÂMICA FLUVIAL E RISCOS GEOAMBIENTAIS: ALAGAMENTOS E INUNDAÇÕES EM ÁREAS DE EXPANSÃO URBANA NO BAIXO VALE DO RIO BIGUAÇU/SC

Maria Eduarda Pacheco Jacques ¹
Edna Lindaura Luiz ²

RESUMO

Este trabalho apresenta as áreas de risco localizadas em trecho da planície flúvio-marinha do rio Biguaçu/SC em função ocorrência de inundações e alagamentos. Os problemas vêm se agravando por causa da transformação do espaço rural em urbano. Foram analisadas fotografias aéreas, ortofotos digitais e imagens de satélite de diferentes anos para identificar as feições geomorfológicas da planície que poderiam indicar a dinâmica fluvial original e também o avanço da urbanização. Eventos de inundações e alagamentos foram acompanhados *in loco*. A planície do baixo vale do Biguaçu apresenta diferentes feições em seu interior, tais como: leques aluviais nas áreas contíguas as encostas dos maciços cristalinos laterais, indicando a chegada de fluxos torrenciais e enxurradas; feição de rompimento de dique marginal, evidenciando o extravasamento do fluxo do rio sobre a planície; trechos do rio Biguaçu com padrão de canal meândrico e presença de meandros abandonados, mostrando a migração do leito na planície; linhas de fluxos lento com áreas úmidas ao seu redor, o que sugere que os escoamentos oriundos das encostas laterais ficam estagnados na planície pela diminuição de gradiente; trecho com cordões praias retrabalhados pelo rio para jusante. Desta forma, observa-se que a planície tinha intensa dinâmica hidrogeomorfológica. A ocupação humana sobre seus terrenos levou a retificação do rio Biguaçu, abertura de canais de drenagem e implantação de aterros. Os terrenos antes ocupados por pastagens e cultivos agrícolas estão dando lugar a condomínios horizontais e verticais nos últimos vinte anos. Um episódio de precipitações intensas no dia 16/01/2025 causou inundações e alagamentos generalizados na área de estudo. Toda a planície ficou com espelho d'água, até os locais que foram aterrados e que possuíam edificações e arruamentos. Vários locais com aterros recentes e sem ocupação foram também erodidos, deixando as águas no seu entorno com muitos sedimentos em suspensão. Chama a atenção que as chuvas neste episódio caíram apenas no baixo vale e não abrangeram toda a bacia do Biguaçu, que é muito extensa. A contribuição dos afluentes que chegam dos maciços laterais ao trecho da planície estudado foi importante para as inundações e alagamentos, além das chuvas que caíram na própria planície. A existência dos aterros, edificações, muros e arruamentos muitas vezes ajudaram no acúmulo das águas, uma vez que estes se tornaram obstáculos a livre circulação dos fluxos. Os resultados da presente pesquisa demonstram que a área era suscetível aos fenômenos de alagamentos e inundações tanto por extravasamento do canal principal, quanto pela chegada de fluxos dos maciços laterais e pela subida do lençol freático. Além disso, a planície tem baixo gradiente em relação ao nível do mar. Contudo, as transformações geradas pela ocupação humana descaracterizaram os terrenos e criaram um ambiente impermeabilizado e cheio de obstáculos para escoamento das águas das chuvas e das inundações. Assim, o processo de urbanização aumenta o potencial das ameaças na área, sem contar o aumento da vulnerabilidade pelo maior número de pessoas morando no local.

¹ Graduanda do curso de Geografia Bacharelado da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC, mariaeduardapacheco.geo@gmail.com

² Profa. Dra. Departamento de Geografia da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC, edna.luiz@udesc.com.br



Palavras-chave: Criação de áreas de risco, Planície flúvio-marinha, Uso e ocupação da terra.

INTRODUÇÃO

Os terrenos de planície fluvial são frequentemente apropriados pela ocupação humana para diferentes usos, como agricultura, pecuária e moradia, em função de sua topografia mais plana, proximidade de uma fonte de água, de uma via navegável e de uma fonte de alimentos. Contudo, devido a dinâmica natural deste cenário geomorfológico, esta é uma área de risco (Amaral; Ribeiro, 2015; Brasil, 2007; White, 1945). As áreas de risco são aquelas em que existem ameaças e/ou perigos, que ao se concretizarem, provocam danos e perdas para uma população que reside no local e é vulnerável a esses eventos (Kobyama et al., 2006; Palácios; Chuquisengo; Ferradas, 2005).

A planície de inundação de um rio é atingida periodicamente pelo extravasamento das águas do leito e isso contribui para sua formação e dinâmica (Stevaux; Latrubesse, 2017; Amaral; Ribeiro, 2015; Christofolletti, 1980). Dessa forma, os terrenos da planície são influenciados pela dinâmica do rio, o qual reflete o que acontece na sua bacia hidrográfica. Em planícies de rios junto do litoral, planícies flúvio-marinhas, ainda se deve levar em conta a dinâmica marinha nos eventos de inundação (Souza, 2004), como a entrada de marés ao longo do leito ou o represamento do escoamento das águas dos rios por marés altas.

Dois fenômenos hidrológicos podem afetar os terrenos de planícies fluviais e flúvio-marinhas: inundações e alagamentos. Apesar de provocarem efeitos semelhantes de formar lâminas d'água sobre os terrenos baixos de uma planície, eles têm origens diferentes. Os alagamentos, de acordo com Luiz, Santos, Rosa (2019), é o acúmulo de água do escoamento superficial em porções do terreno mais deprimidas e que pode ter também a ajuda da subida do lençol freático. Esta lâmina d'água não passou pelo canal de um rio. Quando isso ocorre, tem-se as inundações, que são o transbordamento das águas fluviais para os terrenos adjacentes ao leito fluvial (Brasil, 2007). Os dois fenômenos podem se somar nas planícies, aumentando a altura e extensão da lâmina d'água. Fenômenos típicos de planícies fluviais, os alagamentos e inundações se configuram em ameaças para a ocupação humana ali presente.



O trecho de planície do baixo vale do rio Biguaçu, no litoral central de Santa Catarina, é muito sujeito a esses fenômenos de inundação e alagamentos, pois este rio apresenta uma extensa bacia de drenagem (389,7 km²) e o desnível com o mar próximo é pouco significativo (em torno de 4 metros). Ao redor deste local, há dois maciços cristalinos, o Morro do Biguaçu e a Serra de São Miguel, cujas encostas possuem rios que drenam através da planície para o leito do rio Biguaçu ali presente.

Este trecho de planície faz parte do município de Biguaçu e está passando por profundas mudanças no uso do solo. A transformação de usos rurais para urbanos está criando e expandindo áreas de risco a eventos hidrológicos de alagamentos e inundações.

Diante deste quadro, o presente trabalho apresenta as áreas de risco localizadas no trecho da planície flúvio-marinha do rio Biguaçu/SC em função da ocorrência de inundações e alagamentos. Isto é realizado a partir da identificação das feições geomorfológicas originais criadas pela interação natural entre rios e planície, além das mudanças hidrológicas e de uso do solo efetuadas para expansão da ocupação sobre estes terrenos. Os resultados pretendem contribuir com o ordenamento territorial e com a gestão de riscos no trecho de planície flúvio-marinha do rio Biguaçu, no município de Biguaçu (SC), onde vem se intensificando o processo de urbanização.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho se dividiu em três partes, o mapeamento geomorfológico da área de estudo, o mapeamento do uso do solo e a descrição do evento de alagamentos e inundação de 16 de janeiro de 2025.

Para a identificação das feições que compõe o trecho de planície do recorte de estudo foram utilizadas fotografias aéreas do levantamento aerofotogramétrico do estado de Santa Catarina de 1957, com escala 1:25.000, fornecidas pela Secretaria de Desenvolvimento Sustentável de Santa Catarina. Estas fotografias foram escolhidas pois mostravam ainda pouca alteração nos terrenos da planície em relação à ocupação humana. Este material foi georreferenciado com ferramentas do programa QGis (versão 3.28.5) em relação a uma base composta pelas ortofotos digitais do levantamento aerofotogramétrico do estado de Santa Catarina de 2012, com resolução espacial de 39 cm, também fornecido pela mesma Secretaria de Estado. As feições geomorfológicas e os elementos hidrológicos de detalhe do recorte de estudo para 1957 foram identificadas e descritas por



meio de interpretação visual das fotografias aéreas e com apoio em imagens atuais do programa *Google Earth* e reconhecimento em campo para as áreas sem alterações desde 1957 e também a partir do trabalho de Fortes (1996).

Os elementos que são vulneráveis aos fenômenos de alagamentos e inundações no recorte de estudo foram encontrados por meio de um mapeamento do uso e cobertura da terra. Este procedimento foi realizado a partir da interpretação visual de imagens do programa *Google Earth* referentes a 2025, tendo como base as ortofotos digitais de 2012. Visita a campo foram realizadas para validação do mapeamento. Neste mapeamento, também foram detalhadas as modificações no sistema de drenagem da área de estudo, como a criação de lagos e canais artificiais de drenagem, retificações de leitos de rios. A presença de aterros recentes também foi ressaltada no mapeamento.

A descrição do evento de alagamentos e inundação no evento de chuvas intensas de 16 de janeiro de 2025 no trecho de planície estudado foi realizada por meio da integração de fontes de informação direta e indireta, combinando observações de campo durante o evento e registros audiovisuais disponibilizados por moradores locais em sites da *internet*. Dados também foram obtidos junto à Defesa Civil do Município de Biguaçu. A partir dos dados coletados nas fontes citadas foi espacializada de forma manual a mancha de inundação e alagamentos sobre a imagem de satélite de 2025 obtida do programa *Google Earth* e ajustada pelas ortofotos digitais de 2012.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área de estudo está localizada entre as coordenadas UTM 6.959.252,90 m N e 6.956.176,84 m N e 731.946,77 m E e 728.286,44 m E, zona 22 Sul, no baixo vale do rio Biguaçu. Nesta área estão os bairros Beira-Rio, Vendaval e Universitários, no município de Biguaçu (SC). Este trecho da planície está rodeado pelas encostas dos maciços cristalinos do Morro do Biguaçu ao sul e pela Serra de São Miguel ao norte.

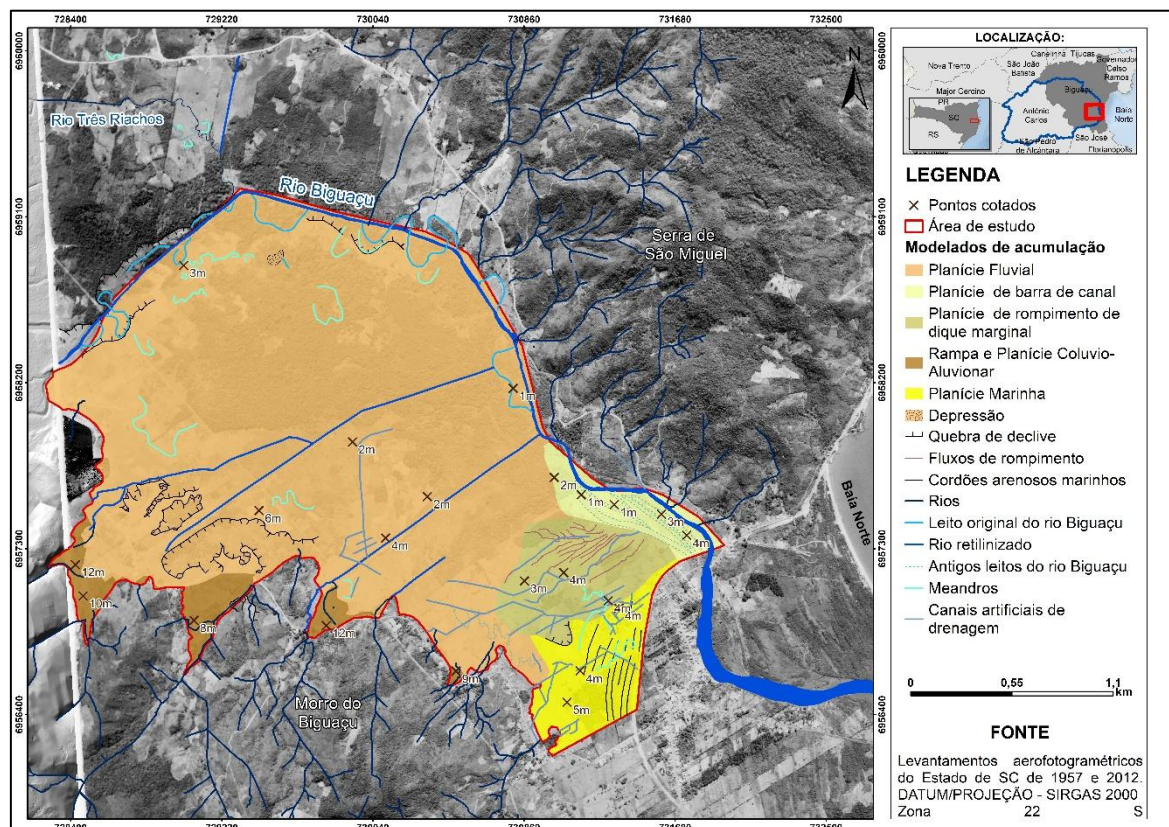
O rio Biguaçu contorna a área de estudo a noroeste e depois seu leito muda de direção para correr próximo ao sopé da Serra de São Miguel. A sua foz nas águas da Baía Norte, que separa a ilha de Santa Catarina do continente adjacente, fica aproximadamente a dois km. Para montante, a bacia de drenagem do rio Biguaçu é muito extensa, apresentando uma área total de aproximadamente 389,7 km², com um comprimento médio de 27 km (Fortes, 1996).

Os fenômenos de alagamentos e inundação que ocorrem na área de estudo podem tanto ser deflagrados por eventos de precipitação local, com os terrenos dos maciços adjacentes configurando como áreas de contrubuição local, quanto por precipitações em toda a bacia que alcançam a área de estudo em momentos diferentes. Pela grande proximidade com o mar, as consequências de chuvas intensas em toda a bacia ou apenas no litoral podem ser aumentadas pela existência de marés altas, o que dificulta o escoamento das águas do rio Biguaçu.

- Feições geomorfológicas da área de estudo

O trecho da planície flúvio-marinha do baixo vale do rio biguaçu foi compartimentalizado nas seguintes feições: planície fluvial, planície marinha, planície de rompimento de dique marginal, planície de barra de canal e rampas e planícies colúvio-aluviais (Figura 1). Também foram observados meandros abandonados, cordões arenosos litorâneos, fluxos de rompimento de canal, além de trechos de leitos retinizados por ação antrópica já em 1957.

Figura 1. Feições geomorfológicas do recorte de estudo



Elaboração: as autoras.



A Planície Fluvial ocupa uma parte significativa da área de estudo e foi criada pelo trabalho do Rio Biguaçu e dos rios que descem das encostas dos maciços laterais, principalmente do Morro do Biguaçu. A origem deste setor é eminentemente fluvial, com contribuição também de depósitos de colúvios e leques aluviais, como indica os estudos de Fortes (1996). São encontrados neste setor quebras de declive, áreas deprimidas, diversos segmentos de leitos abandonados, os quais correspondem a meandros do rio Biguaçu que foram desativados ao longo do tempo e da migração dos rios que descem as encostas do maciço do Morro do Biguaçu. Isto indica uma dinâmica de divagação lateral que os rios originalmente faziam nessa planície. Eles drenavam muito lentamente para o rio Biguaçu, formando manchas de umidade em vez de seguir por canais bem definidos.

A Planície de Barra de Canal mostra a migração lateral do leito do rio Biguaçu. A fisionomia deste setor evidencia que o rio migrava lateralmente, deixando vários leitos abandonados. Esta planície é formada por depósitos de barra de canal, com sedimentos predominantemente arenosos grossos de influência fluvial. Com a retificação do Rio Biguaçu, esta planície de barra de canal ficou inerte, ou seja, parou de ser retrabalhada pela migração lateral do rio.

A Planície de Rompimento de Dique Marginal evidencia que o rio Biguaçu em alguns momentos de cheia, e talvez até por represamentos por maré na sua foz, extravasava suas águas e sedimentos sobre este setor da planície. É possível identificar linhas de fluxo no terreno. Atualmente, este fenômeno já não ocorre.

A Planície Marinha é caracterizada pelos cordões arenosos marinhos, também denominados de "cristas praias" por Fortes (1996). Esta planície foi formada pela regressão do nível do mar, sendo constituída por sedimentos marinhos arenosos (Fortes, 1996). Posteriormente, este setor foi retrabalhado por processos fluviais, haja vista a presença em 1957 de leitos abandonados. Também havia nessa época canais artificiais para drenar o terreno.

Rampas Colúvio-Aluvionares ocorrem na transição encosta-planície, se configurando em superfícies rampeadas, modeladas tanto por ação fluvial como por processos de encosta. Os sedimentos neste setor costumam ser menos selecionados do que na planície fluvial. Fortes (1996) verificou a presença de depósitos colúviais sobre depósitos fluviais, a partir da realização de sondagens no recorte de estudo.

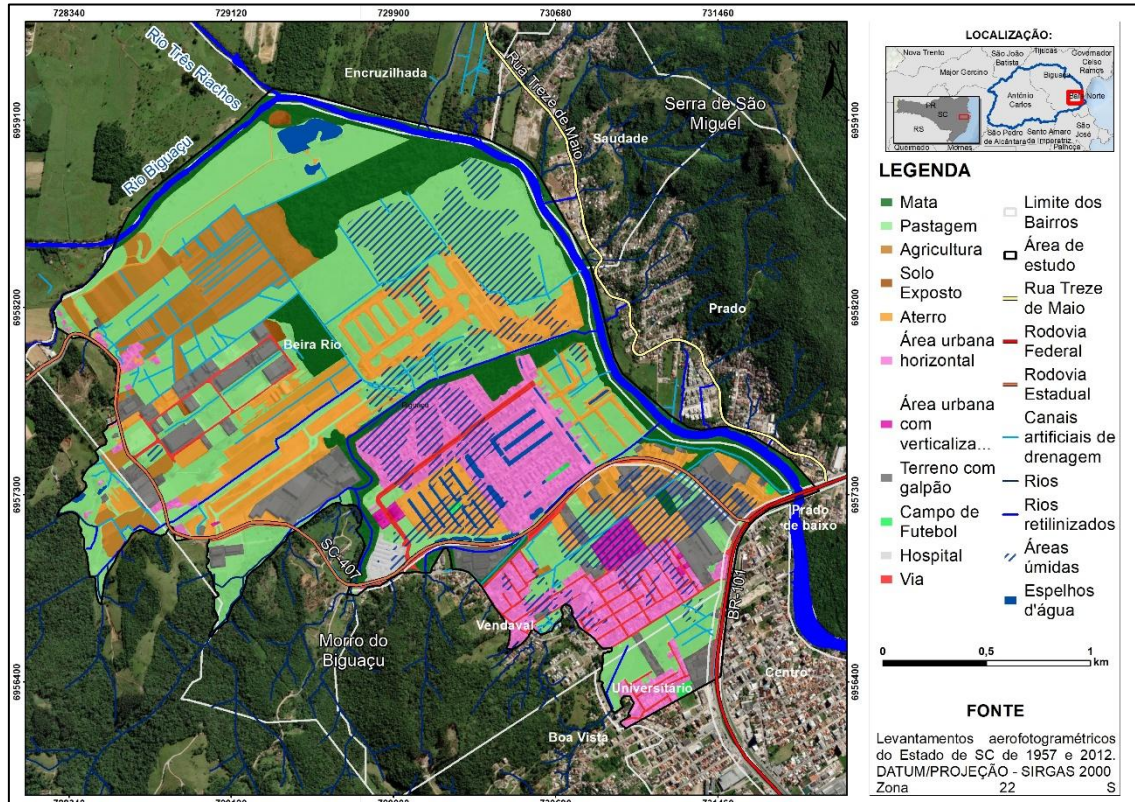
A partir das feições geomorfológicas encontradas na área de estudo é possível colocar que esta área era muito úmida por causa de sua topografia mais deprimida e com

pequeno desnível com o mar. Contribui com a umidade dos terrenos a chegada de fluxos das encostas laterais que não escoavam rápido na planície por falta de gradientes significativos em relação ao leito do rio Biguaçu próximo, inclusive isso levou a abertura de canais artificiais que atravessavam a planície, ligando as encostas do Morro do Biguaçu até o leito retificado do rio Biguaçu.

- Uso e cobertura da terra no recorte de estudo em 2025.

O mapa de usos e coberturas da terra (Figura 2) mostra áreas urbanas mais consolidadas, com padrões de ocupação horizontal e vertical ocupando os terrenos mais altos da feições de Planície Marinha e da Planície Marinha no seu contato com as Rampas Colúvios-Aluviais. Sobre a parte norte da feição Planície Fluvial e as outras feições é visível o avanço da urbanização a partir da implantação de aterros. Usos industriais e comerciais são importantes na área materializados pela grande quantidade de galpões de empresas.

Figura 2. Usos e coberturas da terra do recorte de estudo - 2025.



Elaboração: as autoras.



Remanescentes de usos rurais (pastagens e agricultura), mesclado por manchas de mata nativa complementam os usos do recorte da área de estudo. Ao redor de trechos do leito retificado do Biguaçu há cobertura de mata nativa, possivelmente em função da aplicação de APPs (Área de Preservação Permanente).

O sistema hidrológico foi completamente modificado pela ação antrópica. Houve retificação de trechos de rios, abertura de canais artificiais de drenagem e até foram abertas cavidades no terreno formando lagos com diferentes formatos no interior de loteamentos/condomínios planejados, visando também secar os terrenos a sua volta. Foi construída toda uma rede de drenagem artificial ligada a rede natural, que também foi modificada de sua condição natural. Entretanto, ela foi feita de forma setorial em cada momento da urbanização mais espontânea ou por cada empreendimento planejado de loteamentos e condomínios já instalados ou em implantação.

Outra modificação do uso da terra que altera o sistema hidrológico do recorte de estudo são os aterros. A Figura 2 mostra a grande quantidade de aterros recentes, mas sabe-se que seu número é bem maior nas áreas de urbanização já consolidada. Estes constituem plataformas artificialmente elevadas sobre áreas naturalmente baixas e úmidas. A distribuição espacial destes aterros não segue um padrão uniforme ou planejado, mas apresenta-se de forma fragmentada e descontínua, represando e desviando o escoamento superficial. Há aterros também na instalação de vias, e o sistema viário pode se configurar em barreiras ao escoamento natural das águas da chuva.

Pode-se observar na Figura 2 a permanência de áreas úmidas em meio às áreas urbanizadas e aterradas. Estas manchas de umidade remanescentes constituem evidências da resistência do sistema natural às intervenções antrópicas, demonstrando que a água "encontra seu caminho" mesmo em paisagens intensamente modificadas.

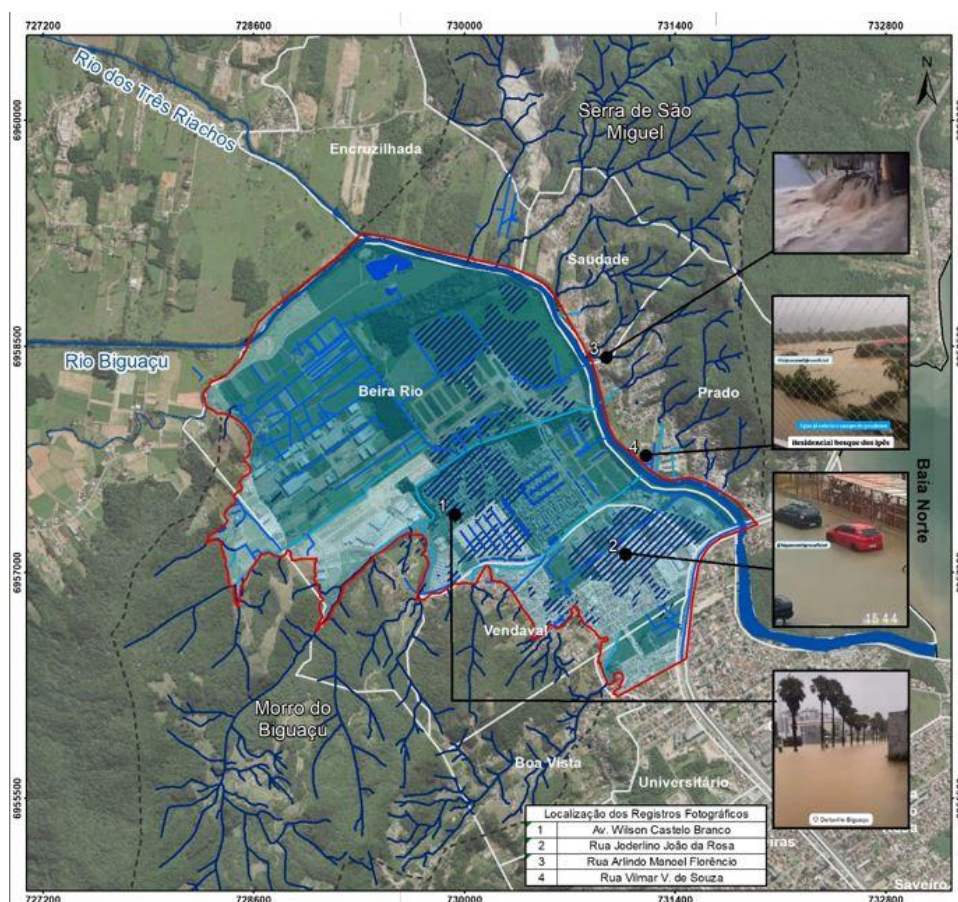
- Evento de inundação e alagamentos de 16 janeiro de 2025

No dia 16 de janeiro, as chuvas começaram na área de estudo no meio da manhã e se intensificaram em torno das 15 horas. Até às 16 horas, choveu 305,8 mm, mostrando a grande intensidade deste evento. Ressalta-se que as chuvas ocorreram apenas no litoral, desta forma, os fenômenos de inundação e alagamentos que ocorreram na área de estudo foram resultado da contribuição direta da drenagem que desceu as encostas dos maciços adjacentes e da própria chuva que caiu nos terrenos da planície. Todo o recorte de estudo foi afetado por uma lâmina d'água (Figura 3).



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA

Figura 3. Mancha de inundação/alagamentos do evento de 16 janeiro de 2025



Elaboração: as autoras.

Foi impossível separar as áreas de atuação dos dois fenômenos, alagamentos e inundações. Sabe-se que além do extravasamento das águas do rio Biguaçu, também houve inundações causadas pelos rios que chegam do Morro do Biguaçu, como o rio Cachoeira. Em algumas residências, a altura da água ficou acima de um metro. As chuvas foram mais intensas por volta das 15 horas e, infelizmente, a maré era cheia às 16 horas, o que contribuiu para o acúmulo de água. Ainda choveu até a manhã do dia seguinte, sendo que a mancha de inundação/alagamento começou a desaparecer somente à tarde.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados aqui apresentados demonstram que a área de estudo já era suscetível a alagamentos e inundações por suas características naturais, no entanto, as modificações no sistema hidrológico, os aterros e a transformação do local em área urbana também



estão aumentando essa suscetibilidade. Além disso, está aumentando a vulnerabilidade, pois a urbanização aumenta a perda e danos dos elementos particulares e de infraestrutura pública e privada, atingindo um maior número de pessoas que ali vivem.

A transformação do espaço rural em urbano está criando áreas de risco no recorte de estudo e cabe ao poder público agir para coibir essa transformação através de normativas de ordenamento territorial. Para a ocupação já instalada é preciso pensar alternativas para diminuir a intensidade e a frequência dos eventos de alagamento e inundação. Mas ao mesmo tempo, é necessário desenvolver estratégias de convivência com esses fenômenos, uma vez que eles não desaparecerão por completo, pois fazem parte da dinâmica natural da área.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, R. do; RIBEIRO, R. R. Inundação e Enchentes. In: TOMINAGA, L. K. Análise e mapeamento de risco. In: TOMINAGA, L. K; SANTORO, J; AMARAL, R. (Orgs.). **Desastres Naturais**: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2009, p. 39 - 52.
- 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. (Org.). – Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 2ª ed., 1980.
- FORTES, E. **A planície Costeira da região de Biguaçu - SC**: abordagem dos aspectos ambientais da bacia hidrográfica do rio Biguaçu. 1996. 195 f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 1996.
- KOBIYAMA, M. *et al.* **Prevenção de desastres naturais**: conceitos básicos. Curitiba: Editora Organic Trading, 1ª ed., 2006.
- LUIZ, E. L.; SANTOS, L. A.; ROSA, J. P. O. da. Criação de áreas de risco: os problemas com alagamentos no distrito de Rio Vermelho, Florianópolis / SC. **Revista Geosul**. Florianópolis, v. 34, p. 75-101, 2019.
- PALACIOS, J. D; CHUQUISSENCO, O.; FERRADAS, P. **Gestión de riesgo en los gobiernos locales**. Lima: Soluciones Prácticas - ITDG, 2005.
- SOUZA, C. R. G. Riscos a inundações, enchentes e alagamentos em regiões costeiras. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 1, 2004, Florianópolis. **Anais**. Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004. p. 231-247.
- STEVANUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.
- WHITE, G. F. **Human adjustment to flood**. Chicago: University of Chicago, Department of Geography, Research Paper n°. 29, 1945.