

ALTERAÇÕES E RECUPERAÇÃO DO SISTEMA FLUVIAL PÓS-DESASTRE NA BACIA DO RIO BRACUÍ (ANGRA DOS REIS – RJ)

Rosangela Garrido Machado Botelho¹
Alice Barreto Arruda Campos²

INTRODUÇÃO

Fortes chuvas em concomitância com a maré alta provocaram a rápida subida do nível do rio Bracuí, causando uma cheia excepcional que gerou inundações nos bairros Bracuí e Sertão do Bracuí, área mais afetada no Município de Angra dos Reis (ANGRA DOS REIS, 2023), na chamada Região da Costa Verde no estado do Rio de Janeiro.

Epremido entre o mar – baía da Ilha Grande - e a montanha - Serra do Mar, Angra dos Reis apresenta diversas áreas de alto risco de deslizamentos (IBGE, 2018; 2019) e histórico de desastres causados por chuvas torrenciais, como o que ocorreu em abril de 2022, no qual, ao menos, 18 pessoas morreram em decorrência de deslizamentos de terra. Segundo a Defesa Civil, foram registrados 250 mm de chuva em apenas 24 horas, iniciada na noite do dia 08 de dezembro de 2023, um volume esperado para todo o mês (ANGRA DOS REIS, 2023). O Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN, 2023) publicou na tarde do dia 08 a previsão de risco hidrológico moderado para todo o estado do Rio de Janeiro.

A água atingiu a marca de três metros de altura em alguns pontos, provocando a obstrução de vias e culminando em cerca de 350 desabrigados e duas mortes, tendo a Prefeitura decretado situação de emergência por 180 dias (ANGRA DOS REIS, 2023).

Além dos impactos sobre a população, o desastre alterou os processos e formas do sistema e do ambiente fluvial, este entendido como o canal, os elementos nele contidos (água, blocos de rocha, sedimentos, vegetação, fauna, elementos antrópicos) e seu entorno imediato (BOTELHO, TÔSTO; RANGEL, 2018). Como entorno imediato, entendem-se as áreas marginais atingidas pelas cheias dos rios, inclusive as excepcionais.

Estudos no Brasil têm buscado investigar as condicionantes físico-naturais e sociais para o desencadeamento de desastres, porém ainda poucos se debruçam sobre as

1 Dra., Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE e Profª. Escola Nacional de Ciências Estatísticas – ENCE - RJ, rosangela.botelho@ibge.gov.br;

2 Me., Secretaria do Estado de Educação – RJ, alicebacampos@gmail.com.

alterações e impactos sobre o ambiente fluvial (CAMPOS; BOTELHO, 2022a; 2022b; 2024; MENDES; FELIPPE, 2019; MEURER; FLACH, 2015; NOVAIS, 2020). Tais pesquisas podem apontar padrões ou indicadores de mudanças que podem ser usados na compreensão do fenômeno em análise e de suas expressões sobre o território. Compreender como e o quanto os desastres alteram as paisagens e seu tempo de recuperação pode indicar necessidade de intervenções e apoiar ações de manejo que auxiliem a reabilitação de sistemas atingidos.

Assim, a presente pesquisa tem como objetivo identificar e analisar as alterações no ambiente fluvial do rio Bracuí, em Angra dos Reis (RJ), após o desastre hidrológico de dezembro de 2023, a fim de contribuir com o avanço dos estudos sobre respostas e recuperação de sistemas ambientais pós-desastre no Brasil.

A bacia hidrográfica do rio Bracuí totaliza 198,9 km² e sua parte inserida em Angra dos Reis é de 58,1 km². O rio Bracuí, com extensão de 37,8 km, recebe esse nome após a junção dos rios Caracatinga e Paca Grande. O primeiro nasce em Angra dos Reis, a 1.191 m de altitude, na divisa com o estado de São Paulo. Entre as cotas de 450 e 154 m de elevação, limita, em sua margem esquerda, a Terra Indígena Guarani do Bracuí, com quase 50 % (10,3 km²) da sua área na bacia. Após 7,3 km encontra o rio Paca Grande a 45 m de altitude. Este nasce a 1.521 m de altitude, no município de Bananal (SP), e após 24 km adentra no município de Angra dos Reis, a 940 m. Quando atinge 73 m, entra em terras do Quilombo Santa Rita do Bracuí, com 6 km². Até a confluência com o rio Caracatinga percorre 5,5 km e desce cerca de 900 m, constituindo um rio de alta energia.

A partir do encontro desses dois cursos de água, o rio Bracuí, que havia drenado apenas áreas rurais e protegidas em Angra dos Reis, passa a drenar áreas periurbanas e urbanas, notadamente na porção oeste da bacia. A jusante, quando cruza com a BR-101, entra em área totalmente urbana e segue até a baía da Ilha Grande.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizado trabalho de campo em 10 de janeiro de 2024 para observação, registro e avaliação das alterações na paisagem causadas pelo desastre hidrológico desencadeado pelo evento pluviométrico extremo ocorrido em 8 de dezembro de 2023. Durante o campo foi utilizado o Drone Mavic Pro DJI para geração de imagens e

auxílio na verificação da extensão das alterações. Entrevistas informais também foram realizadas.

Foram utilizadas imagens do Google Earth Pro com data anterior mais próxima ao evento, 03/06/2023 - e data posterior e mais recente em relação ao desastre – 15/03/2024, única disponível até julho de 2024. Foram consultadas imagens históricas disponíveis nesse programa para identificar um possível padrão sazonal do rio.

Vale ressaltar que Angra dos Reis possui clima tropical úmido, com pluviosidade significativa em praticamente todos os meses. Segundo dados do INMET (2024), considerando as médias das precipitações acumuladas de 60 anos, a pluviosidade média anual é de 2.134,20 mm, sendo julho (84,35mm) o mês de menor média e dezembro a maior (273,85 mm). Ainda segundo INMET (2024), as precipitações mensais em janeiro e fevereiro de 2024 na estação Bracuí foram 487 e 213,4 mm, respectivamente, mostrando o elevado total pluviométrico entre o desastre e a data das imagens.

A partir de diferentes direções e altitudes de ponto de visão, foram observadas nas imagens as alterações na paisagem, com foco no ambiente fluvial do rio Bracuí, em função do tipo de desastre ocorrido. Vale destacar que as imagens multitemporais do Google Earth têm se mostrado uma ferramenta de apoio eficiente nos estudos sobre alteração e recuperação após desastres ambientais (MENDES; FELIPPE, 2019; CAMPOS; BOTELHO, 2022a).

Os aspectos observados no campo e monitorados nas imagens apóiam-se nos elementos do sistema natural e nas características dos processos de recuperação propostos por Campos e Botelho (no prelo), com foco no sistema fluvial e num período considerado de curto prazo (três meses pós-evento). Assim, avaliaram-se, além da extensão das áreas afetadas pelo desastre (longitudinalmente e transversalmente ao canal principal): posição da calha, ocupação da calha pela lâmina d'água, padrão do canal, coloração da água, estado das margens e planície, ilhas fluviais, barras de sedimento no canal; granulometria do material depositado (grosseiro ou mais fino).

A avaliação ao longo do tempo de tais elementos permite identificar alterações nos processos erosivos, de sedimentação/assoreamento, de reconfiguração da rede de drenagem e, em especial, das respostas do sistema fluvial a diferentes eventos e de como o ambiente é alterado em função da energia desse evento e de sua dissipação no sistema.

O desastre no Bracuí pode ser caracterizado como um desastre hidrológico do tipo enxurrada, pois a área foi submetida a um escoamento superficial de alta velocidade e energia, provocado por chuvas intensas e concentradas, numa bacia hidrográfica localizada em relevo montanhoso. Na enxurrada há elevação súbita da vazão do rio e transbordamento brusco da calha fluvial, com alto poder destrutivo (BRASIL, 2022).

Verificou-se que a porção mais afetada situa-se a jusante da confluência entre os rios Paca Grande e Caracatinga, formadores do rio Bracuí, atingindo sua planície fluvial, notadamente, nas adjacências da sua calha, até próximo ao contato com a planície litorânea, pouco atingida pelo desastre. Longitudinalmente, o trecho afetado totaliza cerca de 5,6 km ao longo do curso do rio Bracuí e, lateralmente, as áreas afetadas estão dentro da faixa dos 300 metros da calha do rio. Nos 1,4 km seguintes, os efeitos hidrológicos do evento foram se dissipando ao longo do percurso do rio, não sendo mais praticamente perceptíveis no campo e na imagem.

A ilha fluvial localizada no trecho inicial afetado pelo desastre (Figura 1), de montante para jusante, teve suas características fortemente alteradas: árvores foram arrancadas do solo e arrastadas pela força das águas; e blocos de rocha foram depositados, notadamente, na porção montante da ilha, interceptando o fluxo de água e praticamente unindo essa porção da ilha à margem esquerda do rio. Nesta margem observou-se grande área de deposição de sedimentos (Foto 1). A frequência de corredeiras no rio Bracuí nesse trecho foi nitidamente alterada, aumentando significativamente, assim como os depósitos nas margens, que foram ampliados em área e em granulometria. Várias casas foram destruídas nesse trecho e um muro de arrimo foi construído como medida de proteção.

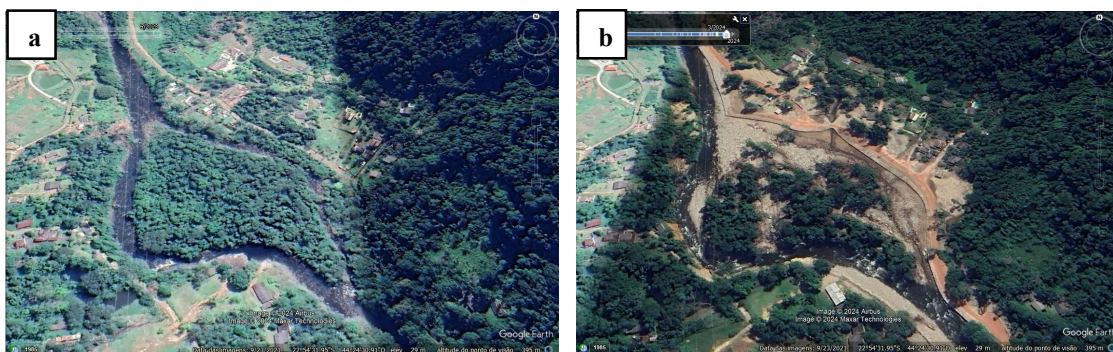


Figura 1. Ilha fluvial, (a) antes e (b) após evento, no setor mais a montante do trecho atingido pelo desastre na bacia do rio Bracuí, Angra dos Reis (RJ).



Foto 1. Sedimentação na margem esquerda do rio Bracuí, em janeiro de 2024, no setor mais a montante o trecho atingido pelo desastre, Angra dos Reis (RJ).

A jusante deste primeiro trecho, verificou-se o surgimento de barras de sedimento e depósitos marginais de granulometria menos grosseira na calha do rio Bracuí (Figura 2). Foi possível, ainda, perceber a extração da vegetação arbórea marginal, o alargamento do canal e a mudança na coloração da água, que se mostrou amarronzada, indicando a maior disponibilidade de sedimentos mais finos na água. Notam-se obras de contenção na margem esquerda do rio.

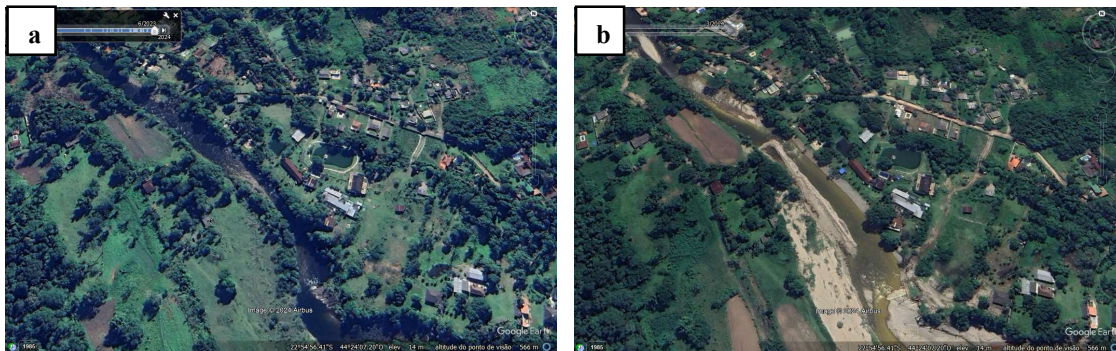


Figura 2. Trecho mais a jusante, (a) antes e (b) após evento, onde se observam barras de sedimento e depósitos marginais de granulometria menos grosseira na calha do rio Bracuí, Angra dos Reis (RJ).

A jusante do segundo trecho, notou-se, ainda, o poder de arraste da enxurrada, pela retirada da vegetação arbórea marginal, e também uma maior deposição nas margens (em especial na margem côncava) e na calha do rio, quase impedindo o fluxo de água pela parte norte da ilha fluvial (Figura 3). Nota-se também a coloração mais amarronzada das águas em relação ao trecho anterior e casas que foram afetadas na margem esquerda.



Figura 3. Ilha fluvial e margens, (a) antes e (b) após evento, com árvores arrancadas, forte assoreamento, deposição e alteração na coloração da água do rio Bracuí, Angra dos Reis (RJ).

Na sequência deste trecho (Figura 4), verificou-se a forte alteração na dinâmica de sedimentos na calha do rio. A ilha fluvial colonizada por vegetais superiores foi transformada em uma barra de sedimentos rasa e a coloração da água assumiu coloração amarelada. Notam-se casas afetadas nas duas margens e obras de contenção na direita.

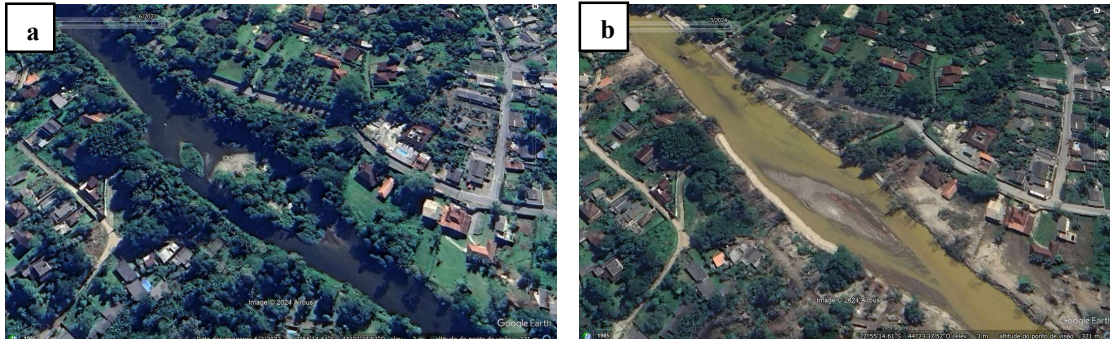


Figura 4. Ilha fluvial, (a) antes do evento, transformada em barra de sedimentos (b), após o evento, no rio Bracuí, Angra dos Reis (RJ).

Com a aproximação da Planície Litorânea na altura da travessia da BR-101 sobre o rio Bracuí, as alterações foram cada vez menores, com poucas mudanças na vegetação marginal e poucos pontos de sedimentação/assoreamento, demonstrando que o evento hidrológico nesse ponto já havia diminuído sua energia. A coloração da água estava menos amarela. Fenômeno interessante que vale destacar no trecho do rio Bracuí já na Planície Litorânea, onde a sinuosidade aumenta, foi o surgimento de um atalho em colo. Para dissipação mais rápida das águas, um meandro foi cortado na sua base, encurtando o caminho das águas até o estuário. Futuramente, esse meandro pode ser abandonado por preenchimentos sucessivos por sedimentos em suspensão em novas enchentes.

Na área do estuário, percebeu-se um leve aumento de sedimentos na porção oeste, mas, o que impressiona é a quantidade, na imagem, de “palitos”, ou seja, troncos de árvores de grande porte boiando nas águas da enseada do Bracuí, até 400 m distante da sua desembocadura.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O evento pluviométrico extremo ocorrido no Bracuí deflagou um desastre, que atingiu propriedades e pessoas, inclusive de modo fatal, na forma de enxurrada, combinada com enchente, e alterou nitidamente o sistema fluvial do rio Bracuí.

A mata ciliar foi destruída em muitos trechos, notadamente à montante, com indivíduos arbóreos sendo arrancados e transportados, alguns até as águas da enseada onde desemboca o rio Bracuí. Ilhas fluviais tornaram-se barras de sedimentos. A largura

do canal foi alterada, mostrando-se, de modo geral, um pouco maior, pela erosão imediata de suas margens durante o evento.

As ilhas maiores tiveram seus canais de fluxo mais estreitos, na porção montante, colmatados pela sedimentação. A deposição de sedimentos foi distinta: a montante, dominaram depósitos grosseiros, na forma de calhaus e matacões; e a jusante os depósitos tornaram-se menos grosseiros, dominando as areias.

Os resultados indicam que o rio dissipou a energia do evento em cerca de 7 km do seu curso, principalmente nos primeiros 5,6 km, ao longo dos 8,3 km da confluência de seus formadores até a sua foz. Tal fato é corroborado, por exemplo, pela presença de uma ilha fluvial intacta a 1,5 km da foz e que serviu de anteparo para troncos de árvores arrancados a montante.

Decorridos três meses do desastre, suas alterações na paisagem estão registradas nas imagens, praticamente como foram vistas nas observações em campo, feitas 30 dias após o evento. A calha e os depósitos marginais apresentam outra configuração quando comparados ao normal do rio antes do desastre. As águas amareladas denotam a grande carga de sedimentos mobilizada e revelam que o rio ainda busca por seu equilíbrio.

Ajustes de dinâmica fluvial costumam ser lentos e contínuos no tempo, mas podem ser drasticamente acelerados e alterados, em função de eventos extremos. No período entre as observações de campo e as datas das imagens, cerca de 70 dias, foi possível observar apenas algumas obras de proteção (muros de arrimo) próximas às margens do rio, onde há casas construídas, na porção mais afetada pelo desastre.

Poucos estudos no Brasil realizam monitoramento de áreas afetadas pós desastres geohidrológicos. Esta pesquisa pretende contribuir com informações sobre as alterações e a recuperação ambiental dessas áreas, incluindo os processos hidrogeomorfológicos e a implementação de medidas de recuperação. Assim, dar-se-á continuidade ao monitoramento das mudanças na área. Acredita-se que os resultados possam ser incorporados por programas de gestão de riscos e recuperação de desastres.

Palavras-chave: Desastres; Enxurrada; Impacto; Ambiente fluvial; Costa Verde.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Phelipe Pedro da Silva pela cessão das imagens de drone.

REFERÊNCIAS

ANGRA DOS REIS. Decreto nº 13.299, 09/12/2023. Declara situação de emergência nas áreas do Município afetadas por inundações. **Boletim oficial do Município de Angra dos Reis**. Disponível em: <https://static.poder360.com.br/2023/12/angra-dos-reis-decreto.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2024.

BOTELHO, R. G. M.; TOSTO, K. L.; RANGEL, L. A. Protocolo de Avaliação Rápida (PAR): o método e suas aplicações. In: Fábio G. A. de Britto; Letícia de C. Giannella; Rogério dos S. Seabra. (Org.). **Análise ambiental e gestão do território: contribuições teórico-metodológicas**. Rio de Janeiro: IBGE, p. 217-266, 2018.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. **Entenda a diferença entre os tipos de desastres naturais e tecnológicos registrados no Brasil**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/ultimas-noticias/entenda-a-diferenca-entre-os-tipos-de-desastres-naturais-e-tecnologicos-registrados-no-brasil>. Acesso em: 10 jun. 2024.

CAMPOS, A. B. A.; BOTELHO, R. G. M. Análise da Recuperação de Sistema Natural Pós-desastre: Estudo de Caso em Área de Montanha no Rio de Janeiro, Brasil. **Territorium**, Coimbra, v. 31 (2), 2024.

CAMPOS, A. B. A.; BOTELHO, R. G. M. Street View e Google Earth como ferramentas investigativas de alterações na paisagem: os campos virtuais. **William Morris Davis - Revista de Geomorfologia**, v. 3, n. 2, 1-19, 2022a.

CAMPOS, A. B. A.; BOTELHO, R. G. M. O Caso da Bacia do Cuiabá (RJ): Análise da Recuperação de um Sistema Ambiental após Desastre. In: **XIX Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**, 2022, Rio de Janeiro: UERJ. v. 1. p.97-101, 2022b.

CEMADEN. **Previsão de riscos geo-hidrológicos**. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/cemaden/pt-br/assuntos/riscos-geo-hidrologicos/09-12-2023-previsao-de-riscos-geo-hidrologicos>. Acesso em: 30 jun. 2024.

IBGE. **População em áreas de risco no Brasil**. Rio de Janeiro. 2018. 90p.

IBGE. **Suscetibilidade a Deslizamentos do Brasil: primeira aproximação**. Rio de Janeiro, 2019, 54 p.

INMET. [D1549] Angra dos Reis - Bracui – RJ. Precipitação Mensal. Disponível em: <https://mapas.inmet.gov.br/>. Acesso em: 30 jun. 2024.

MENDES, L. C.; FELIPPE, M. F. **Caminhos de Geografia**. Uberlândia (MG) v. 20, n. 69, 37–252. 2019.

MEURER, M.; FLACH, C. W. A Geomorfologia do município de Arroio do Padre – RS e as suas relações com as Alterações Geomorfológicas da Enxurrada de 15 de novembro de 2010. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 37, n. 3, p.311-328, 2015.

NOVAIS, M. P. S. Análise do desastre hidrometeorológico ocorrido em dezembro de 2018 na cidade de Jacobina – BA. **Geografia, Ensino e Pesquisa**, Santa Maria, v. 24, e27, 1-24, 2020.