

# AVALIAÇÃO DE RESILIÊNCIA SOCIOECOLÓGICA: ESTUDO DE CASO DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO FRESCO, BLUMENAU, SC

## **Cristiane Mansur de Moraes Souza**

Universidade Regional de Blumenau FURB

Blumenau - SC - Brasil

Email: [arqcmansur@gmail.com](mailto:arqcmansur@gmail.com)

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4586-7471>

## **Bruno Jandir Mello**

FURB - Universidade Regional de Blumenau

Blumenau - SC - Brasil

Email: [brunomelloarq@gmail.com](mailto:brunomelloarq@gmail.com)

Orcid: <http://orcid.org/0000-0003-1652-6157>

## **Yasmin Mansur de Moraes Souza**

Pontifícia Universidade Católica do Paraná

Curitiba - PR - Brasil

Email: [yasmin.mmsouza@gmail.com](mailto:yasmin.mmsouza@gmail.com)

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3122-8705>

## **Ângela Maria Cavalcanti Ramalho**

Universidade Estadual da Paraíba UEPB

Campina Grande - Paraíba - Brasil

Email: [angelamcramalho@gmail.com](mailto:angelamcramalho@gmail.com)

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8567-4367>

Recebido em 21/10/2021 aceito em 22/11/2021.

DOI: [10.5380/guaju.v8i0.81970](https://doi.org/10.5380/guaju.v8i0.81970)

## **Resumo**

O objetivo deste artigo é aplicar uma metodologia de avaliação de resiliência socioecológica ao caso dos desastres socioambientais, considerando os diferentes contextos da Microbacia Hidrográfica do Ribeirão Fresco (MBHRF), Blumenau (SC). Parte-se da premissa de que fortalecer a resiliência socioecológica pode fomentar um processo de desenvolvimento territorial sustentável. A metodologia é de cunho descritivo/explicativo e avaliativo, dividida em duas etapas. A primeira etapa descreve o sistema socioecológico por meio de uma análise de escalas de risco, dos fatores físico/naturais e antrópicos, das pessoas

e da governança, responde à pergunta resiliência de que e resiliência a quê? A segunda etapa avalia a resiliência do sistema socioecológico da MBHRF por meio de uma análise da resiliência específica, da resiliência geral e da transformabilidade do sistema. Os resultados apontam que a falta de controle dos riscos de desastres na MBHRF impulsionou tendências críticas de transformação da paisagem, como a ampliação de assentamentos irregulares em áreas de preservação ambiental permanente, perda de unidades industriais, comerciais e de prestadores de serviços. Além disso, identifica-se também um déficit de participação social para governança em processos decisórios. Sendo assim, o sistema socioecológico da MBHRF não está resiliente, o que afeta diretamente o seu desenvolvimento territorial sustentável.

**Palavras-chave:** Vulnerabilidade socioambiental; desastres; governança; desenvolvimento territorial sustentável.

## **SOCIAL-ECOLOGICAL RESILIENCE ASSESSMENT: THE CASE STUDY OF FRESCO RIVER WATERSHED, BLUMENAU, SC**

### **Abstract**

*The objective of this paper is to apply a methodology for social-ecological resilience assessment to disasters, for the case study of Fresco River watershed (FRW), Blumenau (SC). The focus of the paper assumes that by strengthening social-ecological resilience it is possible to enhance the sustainable territorial development process for this watershed. The methodology of the article follows two steps: i) a descriptive step, and ii) the social-ecological resilience assessment itself. The description of the social-ecological system is made by an analysis of risk scales, by describing the physical and the anthropogenic aspects of the system. The social-ecological system assessment is made by the evaluation of specific resilience, general resilience, and transformability. The first step describes the socio-ecological system through an analysis of risk scales, physical/natural and anthropogenic factors, people and governance and resilience from what to what? The second stage assesses the resilience of the MBHRF's socio-ecological system by analysing the specific resilience, general resilience and transformability of the system. The results show that the lack of control over the risks of disasters in the MBHRF boosted critical trends in the transformation of the landscape, such as the loss of industrial units, services and population in regularized areas, feeding back the precariousness of urban infrastructure and the expansion of irregular settlements in permanent environmental preservation areas. In addition, a deficit of social participation for governance in decision-making processes is also identified. MBHRF is not resilient, which directly affects its sustainable territorial development.*

**Keywords:** Socio-environmental Vulnerability; disasters; governance; sustainable territorial development.

### **1 Introdução**

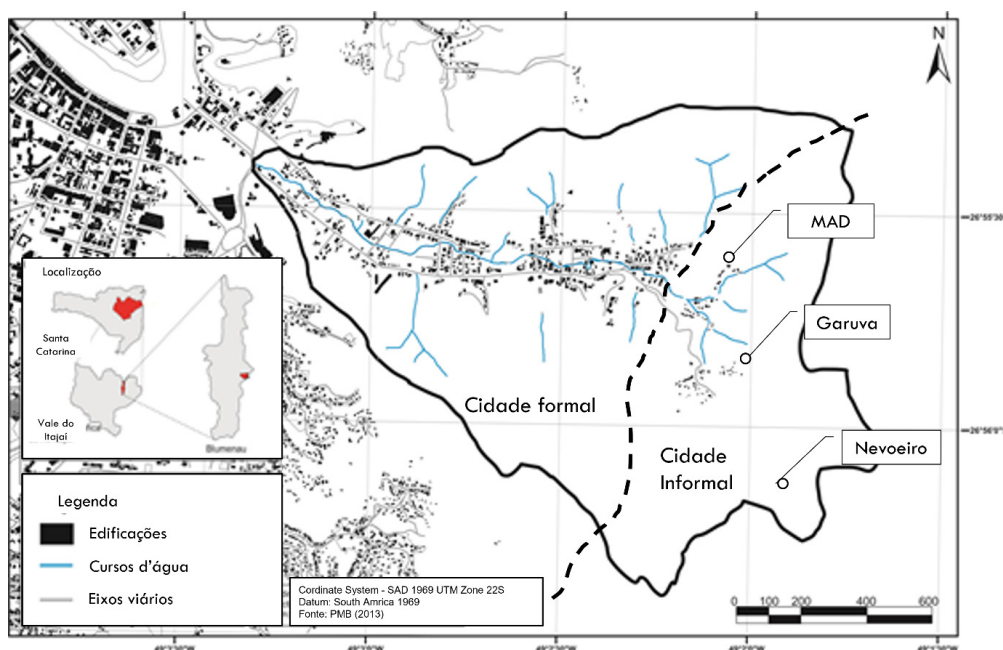
Os séculos de intervenções humanas no meio natural levaram o planeta a uma grave crise socioambiental. Essa crise é impulsionada, principalmente, pelos desequilíbrios na relação ambiente/sociedade, na qual as atividades humanas (modelos desenvolvimentistas) estão levando a Terra para uma era planetária incógnita (ARTAXO, 2014; STEFFEN et al. 2015; IPCC, 2018). O que se registra é o aumento dos eventos climáticos extremos e altamente

inusitados, das doenças e contaminações, dos conflitos sociais, dos êxodos, da vulnerabilidade social e, conseqüentemente, dos desastres socioambientais (UN/ISDR, 2015; IPCC, 2018). Em suma, as rápidas mudanças planetárias exigem que tanto as populações quanto os sistemas de governança do risco deveriam se adaptar aos atuais e futuros cenários impostos pela crise socioambiental.

O problema de pesquisa recai na falta de preparo de alguns territórios, principalmente os mais vulneráveis socialmente, ao enfrentar as situações climáticas extremas, que têm se tornado cada vez mais frequentes e intensas (MELLO, 2018). Superar esta crise demanda fortalecer a capacidade de resiliência desses territórios, especificamente em áreas de risco a desastres socioambientais. Sendo assim, avançar na aplicação de práticas que visem o fortalecimento da resiliência socioecológica pode não apenas minimizar a vulnerabilidade socioambiental da população, como também fomentar um processo de desenvolvimento territorial sustentável. Para tanto, é necessário compreender o estado da resiliência no território, entretanto, existe uma considerável incerteza expressa sobre como avaliar a resiliência socioecológica (WALKER; SALT, 2012).

Nesse contexto, o objetivo deste artigo é explorar os aspectos de como avaliar a resiliência dos sistemas socioecológicos em um estudo de caso demonstrativo, por meio da aplicação da metodologia de avaliação de resiliência Walker e Salt (2012). A testagem dessa metodologia ocorreu na Microbacia Hidrográfica do Ribeirão Fresco (MBHRF) (FIGURA 1), localizada na região central do município de Blumenau (SC). No município, que é historicamente atingido por desastres desencadeados pelo excesso de pluviosidade (inundações, deslizamentos de massa e enxurradas), já existe um certo preparo de algumas comunidades para lidar com o problema das inundações (SIEBERT, 2012). No entanto, o problema maior recai na falta de preparo para enfrentar as situações extremas que combinam com as inundações, os deslizamentos de massa e/ou as enxurradas, principalmente nos assentamentos irregulares, que têm se tornado cada vez mais frequentes (ÁVILA; MATTEDI, 2017).

FIGURA 1: LOCALIZAÇÃO DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO FRESCO, BLUMENAU (SC)



FONTE: Elaborado pelos Autores, adaptado a partir de PMB (2012).

Em relação ao recorte de estudos, toda a população está direta ou indiretamente sob a ameaça dos riscos de desastres socioambientais (inundações, deslizamentos de massa e enxurradas). Além disso, registrou-se um aumento da população em situação de vulnerabilidade social localizada em áreas de risco (PMB,2011; MELLO, 2018;). Houve uma redução do número de unidades industriais e comerciais, da prestação de serviços e da própria população em áreas regularizadas pelo Plano Diretor Municipal (IBGE, 1991; 2010; PMB, 2011; 2013). Sendo assim, o desenvolvimento territorial da MBHRF não ocorre de forma sustentável. Nesse contexto, tendo em vista os efeitos perversos das mudanças climáticas (aumento do regime de chuvas) (IPCC, 2018), a falta de preparo dos governantes e das populações para lidar com eventos climáticos extremos (governança dos riscos) (JANSEN, 2020) e a ampliação da população em situação de vulnerabilidade social localizada em áreas de risco na MBHRF (MELLO, 2018), emerge a questão norteadora: **como identificar os limites do sistema socioecológico, no nível territorial, para fortalecer a resiliência aos desastres socioambientais e, conseqüentemente, levar a MBHRF em direção a um desenvolvimento territorial mais sustentável?**

## 2 Resiliência a desastres socioambientais e desenvolvimento sustentável

Os desastres constituem um dos fenômenos mais frequentes e mais destrutivos que acontecem atualmente (TIERNEY, 2020). Desastre significa um evento que afeta a normalidade do funcionamento social e, por extensão, provoca danos e prejuízos à sociedade, afetando a economia, os ecossistemas, a estrutura básica e o desenvolvimento humano (UNISDR, 2017). Entende-se que “[...] empregamos o termo “desastre socioambiental”, e não “desastre natural”, por entender que os desastres são socialmente construídos” (MATTEDI et al., 2009, p.15). Os desastres socioambientais estão cada vez mais frequentes no cotidiano mundial e afetam, principalmente, as populações mais vulneráveis socialmente.

Segundo o relatório do Escritório da ONU sobre a Redução dos Riscos de Desastres (UN/ISDR, 2015), aproximadamente 89% das mortes ocorridas no mundo, em eventos climáticos extremos, são de pessoas em condição de alta ou muito alta vulnerabilidade social, principalmente nos países em desenvolvimento. As mudanças no clima foram responsáveis por 90% dos grandes desastres socioambientais no período de 1995-2015 (UNISDR, 2017). Os principais eventos que causaram desastres no mundo estão relacionados ao excesso de pluviosidade (inundações, deslizamentos de massa e enxurradas). De acordo com o relatório O Custo Humano dos Desastres 2000-2019, elaborado pelo atual escritório da ONU de Redução de Riscos de Desastres (UNDRR, 2019), ocorreram 7.348 desastres socioambientais neste período, o que resultou em quase 1,5 milhão de vítimas fatais.

Apesar dos esforços para redução dos riscos de desastres, as perdas vêm aumentando nas últimas décadas. Neste sentido, a versão de 2021 do Relatório Global de Risco (WEF, 2021) indica que os desastres socioambientais aumentaram tanto em termos de probabilidade de ocorrência quanto de impacto. O relatório ainda aponta que, nos últimos 20 anos, os desastres custaram para a economia global cerca de 2,97 trilhões de dólares. Este aumento parece estar associado a dois fenômenos principais: a) o crescente processo de concentração de pessoas, equipamentos e ativos em áreas de risco e; b) o processo tendencial de agravamento das mudanças climáticas. Nesse sentido, a perda de vidas e os danos econômicos são uma ameaça em ampliação e impactam diretamente o desenvolvimento territorial sustentável (ALBALA-BERTRAND, 1993; GUHA-SAPIR, 2013). O Brasil tem um longo histórico de desastres.

Entre 2006-2016, os desastres socioambientais geraram 20.347 decretações de anormalidade. Os decretos decorrentes da seca corresponderam a 68,7%, transformando a seca e a estiagem em grandes vilãs decorrentes das variáveis climáticas. Em segundo lugar vêm os desastres decorrentes das chuvas: foram 6.111 decretos, que correspondem a 30% das decretações (LIBERATO, 2016, p. 42).

Os gastos com a recuperação de áreas devastadas por desastres no Brasil vêm aumentando significativamente nas últimas décadas. Os desastres socioambientais custaram R\$ 9 bilhões anuais entre 1995 e 2014, ou seja, foram R\$ 182,8 bilhões ao longo desses 20 anos (UFSC, 2016). O problema ocorre pois os gastos com prevenção estão diminuindo, o que coloca as populações em áreas de risco em uma situação de vulnerabilidade ainda maior. Um levantamento realizado pela Folha de São Paulo (2020) afirma que a verba destinada pelo Governo Federal para prevenção a desastres no ano de 2020 foi de R\$ 284 milhões, ou seja, 6% do valor aplicado em 2012 (R\$ 4 bilhões).

De acordo com o relatório do UNISDR (2017), a necessidade de minimizar os impactos de risco de desastres socioambientais é algo fundamental para os territórios em todo o mundo. Nesse contexto, o conceito de resiliência socioecológica pode considerar a abrangência de diferentes atores na recuperação e prevenção a eventos climáticos extremos (ADGER, 2000; FOLKE et al, 2004; WALKER; SALT, 2012). O termo “resiliência socioecológica” ficou conhecido a partir dos anos 1970, graças ao trabalho do ecologista canadense C.S. Holling (1973). A grande contribuição de Holling foi mostrar que a ideia de equilíbrio em sistemas ecológicos é válida apenas em escalas limitadas de tempo e espaço, além de chamar atenção para mudanças não lineares que ocorrem em sistemas socioecológicos complexos (BUSCHBACHER, 2014).

Lhomme et al. (2013) compreendem que a promoção da resiliência socioecológica deve atender a três vertentes: i) a resiliência proativa; ii) a resiliência reativa e; iii) a resiliência pós-ativa. A resiliência proativa diz respeito à antecipação ao risco e identificação das vulnerabilidades socioambientais. É nesta fase que ocorre o período de incubação das vulnerabilidades biofísicas e sociais no sistema socioecológico. O passo fundamental é se antecipar aos colapsos, identificando qual elemento ou conjunto de elementos (natural, climático, econômico, social, etc.) pode desencadear o chamado “evento gatilho”. Aprender e se adaptar ao meio físico natural inserido, com a inovação de tecnologias, formas

construtivas indicadas, sem devastar a vegetação, podem minimizar impactos do evento gatilho e, conseqüentemente, a crise pós-desastre.

O foco no conceito de resiliência socioecológica no sentido pós-ativo diz respeito “à capacidade de um sistema lidar com mudanças e continuar a se desenvolver, utilizando choques e distúrbios para estimular a renovação” (SIEBERT, 2018, p.325). A resiliência pós-ativa evita a convivência com o risco, aceitando que certas áreas não devem ser urbanizadas, ao passo que a resiliência reativa foca no retorno a uma ilusória normalidade. No entanto, o modelo mais utilizado é o de resiliência reativa, pois tem por objetivo a volta ao “estado inicial”. A resiliência reativa aceita a convivência com o risco, se prepara para ele, e reage com rapidez e eficiência aos desastres (LISTER, 2016). Esta capacidade de reação, no entanto, pode estar preparando o próximo desastre devido à reconstrução nas áreas de risco, perpetuando o risco socioambiental (THE KRESGE FOUNDATION, 2015).

Para compreender por que alguns sistemas socioecológicos complexos estão resilientes enquanto outros entram em colapso, é necessário identificar as relações que possam levar o território analisado ao seu limite de suporte (SOUZA et al., 2018). Ou seja, é necessário um processo de avaliação para identificar o estado da resiliência nos territórios. A avaliação da resiliência consiste em prever o ponto limite, bem como as variáveis que induzem as mudanças indesejáveis. Para tanto, é necessário expandir a compreensão de como avaliar a resiliência socioecológica. Existem algumas formas de avaliar a resiliência em sistemas socioecológicos complexos. Um dos principais modelos é o “Ciclo Adaptativo”, desenvolvido por Holling e Gunderson (2002). O “ciclo adaptativo” é utilizado para caracterizar a dinâmica de sistemas que podem ter um equilíbrio por algum tempo e depois sofrer uma mudança rápida ou inesperada (BUSCHBACHER, 2014).

Neste arcabouço, pode-se ainda expor o conceito de resiliência específica e geral. O conceito de resiliência pode ser utilizado para analisar a capacidade do sistema de manter-se em um certo regime perante uma perturbação específica – isto é chamado de “resiliência específica” (HOLLING; GUNDERSON, 2002). A resiliência específica reconhece o colapso, a mudança e a reorganização como processos inerentes aos sistemas socioecológicos (BUSCHBACHER, 2014). A resiliência geral é a capacidade de lidar com incertezas, mudanças e surpresas por meio de adaptação, aprendizagem e auto-organização. A resiliência geral não enfatiza a manutenção de um regime com atributos predeterminados; em contraste, enfatiza a exploração e a adaptação a um mundo de possibilidades que está sempre mudando (BUSCHBACHER, 2014).



A Panarquia integra o modelo de avaliação do ciclo adaptativo (HOLLING; GUNDERSON, 2002). Basicamente, implica que as mudanças no sistema de escala maior são tipicamente lentas quando comparadas àquelas em sistemas em escala menor, cujo ciclo adaptativo é mais rápido; as mudanças pequenas, mas frequentes, nos sistemas menores, podem catalisar uma mudança no sistema maior (HOLLING; GUNDERSON, 2002). Ou seja, o que ocorre em uma escala pode afetar outras escalas.

A partir desses conceitos básicos, diversos autores desenvolveram metodologias para testar a capacidade de resiliência de um território. A Resilience Alliance desenvolveu uma metodologia de “Avaliação da Resiliência”, destinada a “profissionais, gestores e outras partes interessadas que têm o desejo ou a capacidade de influenciar as decisões e ações no sistema” (RESILIENCE ALLIANCE, 2007). Esta metodologia está dividida em cinco etapas: i) definição das perspectivas e das questões-chave; ii) compreensão da história do sistema analisado; iii) resiliência do que e resiliência a quê?; iv) análise do cenário futuro e atual e; v) proposição de estados desejáveis.

A ONU utiliza o método dos “Dez Princípios para Construir Cidades Resilientes a Desastres Socioambientais”. A aplicação dos princípios serve para permitir que as cidades estabeleçam uma linha de base do seu nível atual de resiliência, identificar prioridades para investimento e ação e para acompanhar os seus progressos (UN/ISDR, 2017). Uma questão central na avaliação da resiliência, pouco abordada na literatura, diz respeito a quem conduz a análise de resiliência (BERNASCONI; BUSCHBACHER, 2015, p.57). Dependendo das características locais e o estado em que o sistema se encontra, na perspectiva do ciclo adaptativo, é necessário adaptar o método de avaliação para torná-lo mais assertivo.

Mas qual a relação entre resiliência socioecológica e desenvolvimento territorial sustentável<sup>1</sup>? Em primeiro lugar, ao relacionar o desenvolvimento no território, Cazella e Carrière (2006, p.25) apontam que a corrente de pensamento sobre o desenvolvimento que abarca a noção de território, “ [...] representa uma tomada de consciência dos limites da capacidade do Estado central de ordenar e planejar de maneira adequada ao território específico”. Segundo Bonnal et. al (2014), o desenvolvimento territorial pode ser considerado

---

1 “O desenvolvimento sustentável procura satisfazer as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades, significa possibilitar que as pessoas, agora e no futuro, atinjam um nível satisfatório de desenvolvimento social e econômico e de realização humana e cultural” (RELATÓRIO DE BRUNDTLAND, 1987, p. 46).



como uma metodologia, correspondendo, então, a um processo de articulação entre os atores sociais e entre os setores relacionados à perspectiva da descentralização.

Nesse sentido, o objetivo 11 dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU toma conta das ações para “Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis”. As metas do ODS 11 visam minimizar as perdas econômicas e de vidas ocasionadas por desastres socioambientais. Levin et al. (1998) afirmam que a resiliência é a forma preferida de pensar sobre o desenvolvimento sustentável tanto nos territórios quanto no meio natural. O Banco Mundial (2013) enfatizou que o aumento da resiliência e a redução do risco de desastres socioambientais são fundamentais para aliviar a pobreza e impulsionar a prosperidade compartilhada.

Nesse contexto, é consenso entre os pesquisadores e algumas lideranças globais de que para enfrentar estes problemas é preciso investir em um processo de governança integrada da gestão de riscos de desastres com incentivos para melhoria das condições socioeconômicas dos territórios (WALKER; SALT, 2012). Mas o que significa “governança”? Embora os usos predominantes deste conceito na literatura parecem sugerir uma compreensão compartilhada do significado de governança, de fato, a resposta a esta questão não é direta. A governança é um instrumento, um meio para alcançar certos fins, um conjunto de ferramentas administrativas e técnicas que podem ser usados em diferentes contextos para alcançar um determinado objetivo, como a aplicação de uma determinada política (VIEIRA; BARRETO, 2019).

A governança é um processo que não envolve apenas a implementação de decisões tomadas por especialistas e poderosos, mas sim, o debate de projetos alternativos, muitas vezes rivais de desenvolvimento societário, e a definição dos fins e meios que devem ser perseguidos pela sociedade, através de um processo de participação democrática substantiva (CASTRO, 2007, p.30).

Em outras palavras, tornar a sociedade capaz de suportar e responder às questões socioambientais é fazer com que os territórios sejam mais resilientes e, conseqüentemente, desenvolvidos na lente da sustentabilidade. Para tanto, é necessário planejar e investir em gestão de risco e, principalmente, em governança, para fomentar a resiliência. O fortalecimento da governança dos riscos e da resiliência, de forma participativa, democrática e integrada, é um dos processos do desenvolvimento territorial sustentável. Ou seja, é necessário internalizar um processo de governança participativa e integrada para minimizar as problemáticas e construir um território

resiliente e seguro para a população, para a natureza e para as atividades econômicas.

### **3 Recorte de estudos: Microbacia Hidrográfica do Ribeirão Fresco, Blumenau (SC)**

Desde a sua colonização, em 1850, o município de Blumenau (SC) é atingido por desastres socioambientais desencadeados por eventos hidrometeorológicos extremos (enchentes, deslizamentos de massa e enxurradas) (SIEBERT,2012; AVILA; MATTEDI, 2017). A primeira grande enchente ocorreu em 1880, atingindo mais de 17 m de cota de cheias<sup>2</sup>. Após três dias de chuvas intensas em outubro de 1911, o Rio Itajaí-Açu atingiu 16,90 m, destruindo casas e condenando safras. “Em 1983 e 1984, enchentes atingiram 70% da malha urbana do município, vitimando 49 pessoas. Em 1990, uma enxurrada causou a morte de 22 pessoas na região sul do município” (SIEBERT, 2012, p. 7). Em 2008, ocorreu o desastre socioambiental mais grave da história da região, atingindo 60 municípios e vitimando 135 pessoas. A passagem do ciclone bomba, em julho de 2020, causou danos severos à rede elétrica e estrutura urbana. O evento extremo ocorreu durante o momento mais grave da pandemia do COVID-19 naquele ano, com o sistema de saúde municipal em colapso.

Para Siebert (2012) e Avila e Mattedi (2017), a ocorrência constante de desastres socioambientais em Blumenau é resultado de um processo de urbanização baseado em uma mentalidade de conflito constante com o meio natural, com tentativas de adaptá-lo às necessidades humanas. O município é cortado pelo Rio Itajaí-Açu e seus afluentes, e o seu relevo é, em muitas partes, extremamente acidentado. A geologia da região é uma condicionante ambiental chave. Existem formações geológicas características (em encostas e planícies de inundação) que aumentam a suscetibilidade aos deslizamentos de massa e às enchentes. Com a intensificação dos desastres socioambientais nas últimas décadas, o efeito deste processo na urbanização foi: a) *a verticalização das áreas de várzea (gentrificação pela classe média em áreas suscetíveis a enchentes)* e; b) *ocupação das encostas dos morros (ocupação pela classe baixa em áreas suscetíveis a deslizamentos de massa e enxurradas)* (AVILA; MATTEDI, 2017). Segundo o Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil (CEPED, 2016), Blumenau é o sétimo colocado entre os municípios brasileiros com mais pessoas vivendo em áreas de risco.

O estudo de caso, aqui apresentado, refere-se à Microbacia Hidrográfica do Ribeirão Fresco, território localizado na região central do município de Blumenau (SC). Fundado

---

<sup>2</sup>Consideram-se inundações a partir de 7 m de cota de cheias, com mensuração do nível a partir do fundo do rio Itajaí-Açu no Centro de Blumenau.

como bairro Ribeirão Fresco em 1860, a área é formada por duas margens do estreito vale e cercada por um relevo de baixa altitude. A urbanização ocupa, em sua maior parte, as margens do curso d'água principal. Todavia, apresenta encostas com acentuada declividade, inclusive, ocupadas por residências. Segundo a Prefeitura Municipal de Blumenau (PMB, 2013a), sua área urbana apresenta 1,22 km<sup>2</sup> e 1.359 habitantes. Além disso, no território se registram inundações, enxurradas e deslizamentos de massa, desencadeado por eventos hidrometeorológicos extremos (PMB, 2011).

Em consequência do aumento dos desastres socioambientais, ocorreu a diminuição da população que vive em áreas regularizadas pela Prefeitura de Blumenau. Ou seja, eram 2.511 habitantes em 1980, passando para 1.359 habitantes em 2013 (PMB, 2013a). Outra questão crítica na MBHRF é o aumento da vulnerabilidade social. A população em situação de vulnerabilidade social aumentou de 40 famílias em 2000 para aproximadamente 200 famílias em 2011 (PMB, 2011). De 1990 a 2010, houve uma redução de 38% das unidades industriais, 58% das unidades comerciais e de 9% dos prestadores de serviços (PMB, 2013a). De acordo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), a taxa de desemprego em Blumenau passou de 3 % em 2014 para 6% em 2020. O poder de compra da população encolheu em relação a 2014, passando de 2,4 cestas básicas com um salário-mínimo para 1,7 em 2018.

Estes fatores socioeconômicos se materializam no aumento do número de famílias vivendo em áreas de risco na MBHRF. Neste caso, a renda familiar e o poder de compra são fatores fundamentais para a ampliação da exposição ao risco de desastres socioambientais, principalmente por famílias migrantes de baixa renda. A grande preocupação é que muitas dessas famílias não têm a percepção dos riscos de desastres. Além disso, os próprios líderes comunitários têm pouca capacidade técnica, política e financeira para lidar com os riscos socioambientais.

#### **4 Delimitação dos cenários de risco da MBHRF**

O conceito de cenário de risco refere-se à aproximação de uma parte da sociedade para se adaptar à época gerada pela materialização do risco. Precede a identificação de alguns grupos sociais, uma vez que requer a especificação dos riscos e a determinação tanto da capacidade de resposta a algum risco quanto da sua capacidade de adaptação a um novo cenário (CUTTER, 2006; 2011). A delimitação dos cenários de risco da MBHRF se deu por meio de análise de dados sociais (IBGE, 2010) (renda familiar, origem da população, cor,

raça e etnia e densidade populacional), ambientais (PMB, 2013a) (geologia, declividade, hipsometria, hidrografia, cheias e risco geológico) e de infraestrutura urbana (IBGE, 2010) (tratamento de esgoto, água encanada, drenagem urbana, pavimentação das vias, coleta de lixo e transporte público). Também foram utilizadas técnicas de observação e de percepção, incursões de campo e entrevistas. Nesse contexto, o território é constituído por dois distintos cenários de risco: a) cidade formal e; b) cidade informal (FIGURA 2). A localidade mais próxima ao centro do município, com melhor infraestrutura urbana e onde a população apresenta melhores condições socioeconômicas se constitui na “cidade formal”. Esta ocupa a planície de inundação do Ribeirão fresco (risco de enchentes e enxurradas). Além disso, é nesta área onde se localizam todos os equipamentos urbanos (postos de saúde, escolas, praças etc.) da MBHRF.

FIGURA 2: CENÁRIOS DE RISCO DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO FRESCO



FONTE: Elaborado pelos Autores.

Na “cidade informal” predominam assentamentos irregulares, principalmente, nas encostas dos morros (risco a deslizamentos de massa e enxurradas). A cidade informal é composta por três assentamentos irregulares denominados MAD, Garuva e Nevoeiro. O

“Movimento dos Atingidos pelo Desastre” de 2008 (MAD) iniciou em 2010 e está localizado em um talvegue do Ribeirão Fresco. É uma ocupação de um espaço público, realizado pelos moradores que tiveram suas residências atingidas pelos deslizamentos de massa e enxurradas em 2008. A Garuva surgiu após as enchentes de 1983 e 1984, sendo, hoje, o maior assentamento no território (140 famílias) e está localizada em uma encosta de alta declividade. Por fim, o Nevoeiro é um assentamento irregular localizado próximo às nascentes do Ribeirão Fresco, que surgiu a partir de 2015.

## 5 Procedimentos metodológicos

A metodologia utilizada é de cunho qualitativo, descritivo/explicativo e avaliativo e segue o modelo de avaliação de resiliência socioecológica de Walker e Salt (2012). A pesquisa foi dividida em duas etapas: i) descrição do sistema socioecológico e; ii) avaliação da resiliência do sistema socioecológico. A primeira etapa visa a descrição do sistema e segue uma análise das escalas, dos fatores físicos naturais, das pessoas e da governança, e da resiliência de que e da resiliência a quê. Já a segunda, visa a avaliação da resiliência socioecológica, na qual identifica a resiliência específica, a resiliência geral e a transformabilidade do sistema.

A etapa 1 é referente à descrição do sistema e à coleta de dados. O conceito de **Escalas** identifica que, para entender resiliência, precisa-se saber que o que acontece numa escala interfere na outra escala. Descreve-se como as conexões entre as escalas podem influenciar o que acontece na escala territorial. Precisa-se, nesse âmbito, definir o sistema socioecológico e seus limites (OSTROM, 2009). Para entender as escalas de risco, desenvolveu-se uma matriz utilizando os ciclos adaptativos (HOLLING; GUNDERSON, 2002) e, assim, compreendeu-se os processos (temporais, políticos e espaciais) que podem levar a MBHRF a seu limite de suporte.

As considerações sobre os **fatores físico-naturais e socioeconômicos** incluem mapeamentos das dimensões biofísicos espaciais e antrópicas da MBHRF. A metodologia nessa etapa envolveu elaboração de mapas temáticos ambientais (PMB, 2013) de: declividade, legislação ambiental, geologia, áreas de preservação ambiental e cotas de cheias. Dimensões antrópicas abordam dados socioeconômicos, de infraestrutura urbana e de saneamento básico (IBGE, 2010): renda familiar, densidade populacional, drenagem urbana, vias pavimentadas, água encanada, esgotamento sanitário e coleta de lixo.

Os mapas temáticos foram elaborados por meio do software ArcGis 10.1. O objetivo



aqui foi classificar a vulnerabilidade socioambiental nos determinados cenários de risco. Para tanto, os dados ambientais e socioeconômicos foram cruzados (Tabela 1), dando origem ao mapa de vulnerabilidade socioambiental da MBHRF (Figura 4).

Tabela 1: Classificação da Vulnerabilidade Socioambiental da Microbacia Hidrográfica do Ribeirão Fresco, Blumenau (SC)

Classificação	Declividade	Restrições legais	Geologia	Cota de Cheias	Condições socioeconômicas
Média	De 0% a 30%	1/3 superior dos morros Art 4 Lei 12.651/2012 código Florestal: encostas >100% ou 45° (APP) - novo código florestal Lei 12.651/2012-Art. 4 inciso 4: 50m ao redor de nascentes	Gnaisses (Complexo Santa Catarina) <u>Gnaisses: é vulnerável à urbanização só em área muito declivosa, com a retirada da vegetação, porque fica suscetível a erosão.</u> <u>Planície de inundação (aluvião)</u>	Entre a cota 10m e 12m para áreas industriais e comerciais [Segundo norma do plano diretor, Blumenau, 1989]	Renda Familiar: 4 a 7 salários-mínimos Boa infraestrutura urbana e saneamento básico
Alta	Acima de De 30% a 45%			Abaixo da cota 12m de cheias para áreas residenciais; [Não é cota topográfica]	Renda Familiar: de 3 a 7 salários-mínimos Infraestrutura urbana e saneamento básico precários
Muito Alta	Acima de 45%		<u>Grupo Itajaí e planície de inundação (aluvião).</u>	Abaixo da cota 10m de cheias para áreas residenciais; [Não é cota topográfica]	Renda Familiar: até de 3 salários-mínimos Infraestrutura urbana e saneamento básico precários

Fonte: Elaborado pelos autores, adaptado de Mengat (1998)

A análise de **pessoas e governança** parte da identificação dos atores sociais e de como o sistema de governo funciona, a governabilidade dentro e fora do sistema. Verificar quem controla o que, e quem tem interesse legítimo. Esta etapa tem como intuito identificar e analisar a atuação dos “stakeholders”, quais são: a) atores sociais de destaque; b) governo, departamentos e legislação relevantes nas diferentes escalas e níveis de governo; c) indústrias, organizações e cooperativas, instituições formais e informais etc. Nesta etapa foram aplicadas quinze entrevistas semiestruturadas com atores-chave (*Stakeholders*) de instituições públicas (Associação de moradores do Ribeirão Fresco, agentes de Saúde,

Secretaria de Planejamento Urbano de Blumenau, Câmara de Vereadores de Blumenau e Defesa Civil Municipal de Blumenau) (Apêndice A e B). O objetivo aqui foi compreender as articulações e qual o nível de interesse da comunidade e dos *stakeholders* em prol da gestão dos riscos e da resiliência socioecológica a desastres socioambientais.

A **resiliência de que** significa o que do sistema (comunidade, pesquisadores, sistemas de governança) queremos que seja resiliente e quais são as principais questões que preocupam as pessoas. Já a **resiliência a que** consiste em caracterizar o distúrbio, o problema. Esta etapa foi realizada por meio de conversas com a população local para compreender o que eles querem que seja resiliente na MBHRF. Além disso utilizou-se dados do IBGE (2010) e PMB (2013a) sobre a renda familiar, população, infraestrutura urbana e saneamento básico. O objetivo aqui foi compreender quais as questões e quais os componentes/condições que mais preocupam a comunidade.

A **etapa 2** é referente à avaliação da resiliência do sistema socioecológico. A resiliência do sistema não é um simples número ou resultado. É sobretudo uma propriedade emergente que define seu sistema e se aplica de diferentes maneiras em diferentes contextos. É contextual e deve ser diferente dependendo da parte do sistema que se analisa e quais questões se pretende perguntar. Então o próximo passo é organizar os componentes que descrevemos no passo anterior (primeira etapa), numa ordem que possa ser visualizado um “insight” (“descoberta”) sobre como o sistema está se comportando ou mudando, ou seja, sua dinâmica ao longo do tempo. Nesse contexto, deve-se seguir os três passos principais da avaliação da resiliência:

a) avaliar a resiliência específica: consiste em analisar a capacidade dos domínios específicos em gerenciar o risco. A avaliação da resiliência específica consiste em: i) identificar limites conhecidos e os limites potenciais em cada domínio; ii) desenvolver modelos conceituais para compreender a interrelação dos domínios e como estes levam o sistema ao limite (WALKER; SALT, 2012);

b) avaliar a resiliência geral: significa identificar a capacidade do sistema de gerenciar o distúrbio e prevenir que o sistema chegue próximo de alcançar seu limite. Nesta etapa se analisou a capacidade de resiliência de todo o território, relacionando o conjunto de dados sociais, econômicos e de governança levantados. O principal atributo da avaliação da resiliência geral é a interação, não é possível classificar um nível mais ou menos crítico. A abordagem mais apropriada é tentar avaliar elementos principais que podem causar mudanças e seus possíveis efeitos (WALKER; SALT, 2012);



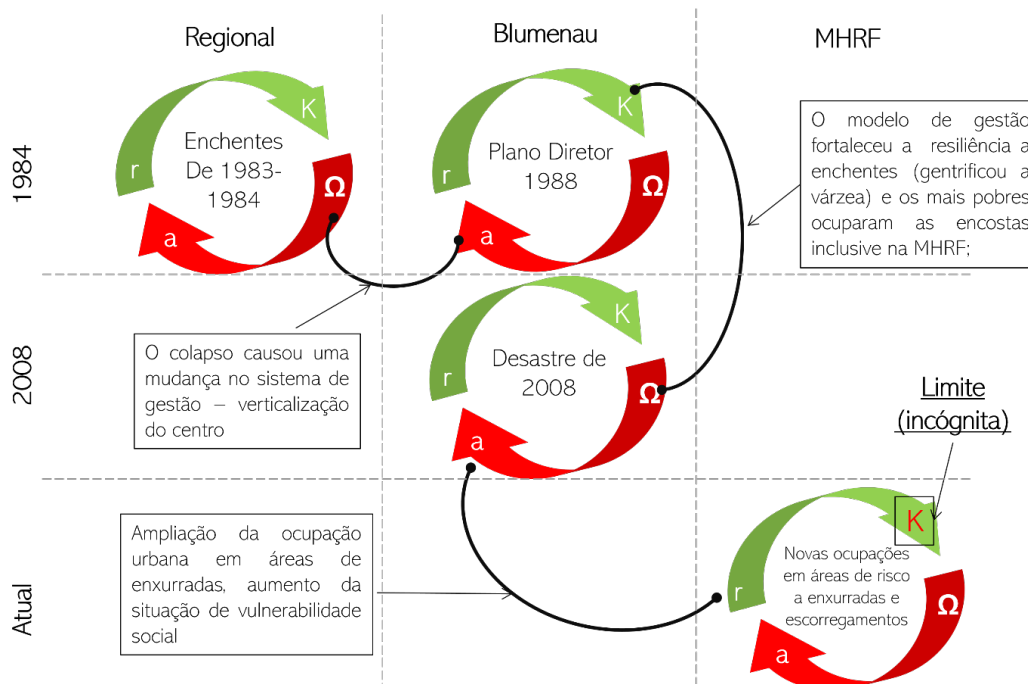
c) avaliar a transformabilidade do sistema significa compreender as necessidades de mudança para transformação, observando e registrando o nível de capacidade de transformação e recuperação do sistema (se este pode se recuperar rapidamente após um colapso). Nesta etapa foram analisadas as transformações na paisagem (impulsionadas pelas dinâmicas socioeconômicas e ambientais), bem como a prospecção de um cenário futuro.

## **6 Resultados e Discussão**

### *Escalas*

Em Blumenau o processo de desenvolvimento urbano inicialmente passa pelos padrões de colonização, que se desenvolveu nas margens dos rios por conta dos recursos hídricos para a agricultura. Esse fenômeno fez com que a região fosse atingida por inundações desde a sua fundação. Nos anos 1960, medidas estruturais no meio natural, como a construção de barragens nos afluentes do rio Itajaí-Açu, foram realizadas. Porém, estas estruturas não impediram as grandes enchentes de 1983 e 1984. Posteriormente, foram implantados: i) um novo modelo de planejamento urbano (verticalização das planícies de inundação do Rio Itajaí-Açu) e ii) investimentos em prevenção de risco que apenas consideraram as questões referentes às inundações. No entanto, estas ações não trataram dos problemas relacionados a deslizamentos de massa. Pelo contrário, gentrificaram-se as áreas centrais do município, o que empurrou a população de maior vulnerabilidade social para as encostas dos morros, o que potencializou o desastre de 2008 (Figura 3).

FIGURA 3: ESCALAS DE LIMITES SOCIOECOLÓGICOS



FONTE: Elaborado pelos Autores. Nota: Adaptado dos ciclos adaptativos<sup>3</sup> de Holling e Gunderson (2002) e Walker e Salt (2012).

Após o desastre de 2008, novas políticas habitacionais foram implementadas no município, como a construção de conjuntos habitacionais de interesse social. Porém, o novo programa habitacional (desenvolvido para alocar moradores atingidos pelos desastres e mitigar novas ocupações em áreas de risco) **não** foi capaz de impedir que novas ocupações, principalmente nas encostas, surgissem na paisagem. Além da baixa qualidade arquitetônica, a maioria destes condomínios estão localizados em áreas periféricas. A violência e a falta de acesso a equipamentos urbanos fizeram com que diversos moradores voltassem a ocupar as áreas de risco (antigas residências).

<sup>3</sup> O “ciclo adaptativo” tem quatro fases em duas partes. A primeira é uma parte lenta para a frente (cor verde), que começa com a colonização ou o estabelecimento de um sistema (fase r) e passa por um longo processo de crescimento gradual. O sistema pode chegar a uma condição relativamente estável que dura muito tempo (fase K). A teoria diz que enquanto o sistema fica estável (na fase K), ele acumula vulnerabilidades e fragilidades; por muito tempo o sistema pode resistir a pequenas perturbações, mas em algum momento sofre uma perturbação que o leva a um rápido e grande colapso (fase Ω). A segunda parte (vermelha) do ciclo (parte para trás), é bem mais rápida, porque o colapso (fase Ω) libera recursos e permite a reorganização dos “ativos” acumulados (fase a), iniciando um novo ciclo de crescimento. (BUSCHBACHER, 2014, p.16).

## *Aspectos físico-naturais e antrópicos da Microbacia Hidrográfica do Ribeirão Fresco*

As condicionantes naturais são fundamentais para determinação da alta suscetibilidade do território às enchentes, enxurradas e deslizamentos de massa no MBHRF. Nessa microbacia a geologia é o fator que pode agravar a suscetibilidade aos desastres na MBHRF. No território a geologia pode ser dividida em três unidades: Quaternária, Grupo Itajaí e Gnaisses Granulíticos. A Quaternária é a geologia de várzea, disposta nas calhas do ribeirão que forma a planície de inundação. As encostas são compostas pelo Grupo Itajaí, formação altamente suscetível a deslizamentos de massa com a retirada da vegetação. Em uma das partes do divisor de águas da MBHRF, a geologia é formada pelo Complexo de Santa Catarina.

As Áreas de Preservação Permanente (APP) são definidas pela Lei 12.651/2012, conhecida como Novo Código Florestal. O conceito de APP configura a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. Considera-se APP as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

- a) Ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima será: 1 - de 30 (trinta) metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
- b) Nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura;
- c) Nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive; (BRASIL, 2012, Art. 2º).

É possível identificar que a maior parte das edificações presentes na MBHRF estão sobre APPs. Estas ocupações, em sua maioria, estão a menos de 30 m dos cursos d'água e/ou em áreas declivosas. Por meio da técnica de observação, registra-se que os dejetos e detritos das residências a montante são lançados no curso d'água principal, que está poluído. Registra-se também que a mata ciliar e a vegetação original estão degradadas (MELLO, 2018). No mapa de declividade da MBHRF foram diagnosticadas quatro classes de declividade: muito baixa – 0 a 15%; baixa – 15 a 30%; média – 30% a 45% e; alta – maior que 45%. A maior parte das ocupações está sob declividade entre 10% e 30%. Há uma pequena parcela das ocupações, principalmente na cidade informal situada em declividade acima de

45% (assentamento Garuva), que, combinado com a geologia, torna-se uma área de risco a deslizamentos de massa.

A MBHRF é historicamente atingida por inundações, sendo agravado atualmente pela tubulação, canalização e poluição dos cursos d'água. No mapa de cota de cheias da MBHRF, observa-se que as cheias/inundações atingem a região a partir da cota 7 e 8 m. Existe uma grande parcela da localidade urbanizada em área suscetível a inundações. As regiões do MAD, da Garuva e do Nevoeiro estão livre de inundações. Porém, nestes assentamentos informais, o relevo é mais acidentado, tornando as encostas íngremes propícias a enxurradas e a deslizamentos de massa, em função da hidrografia e a geologia do Grupo Itajaí.

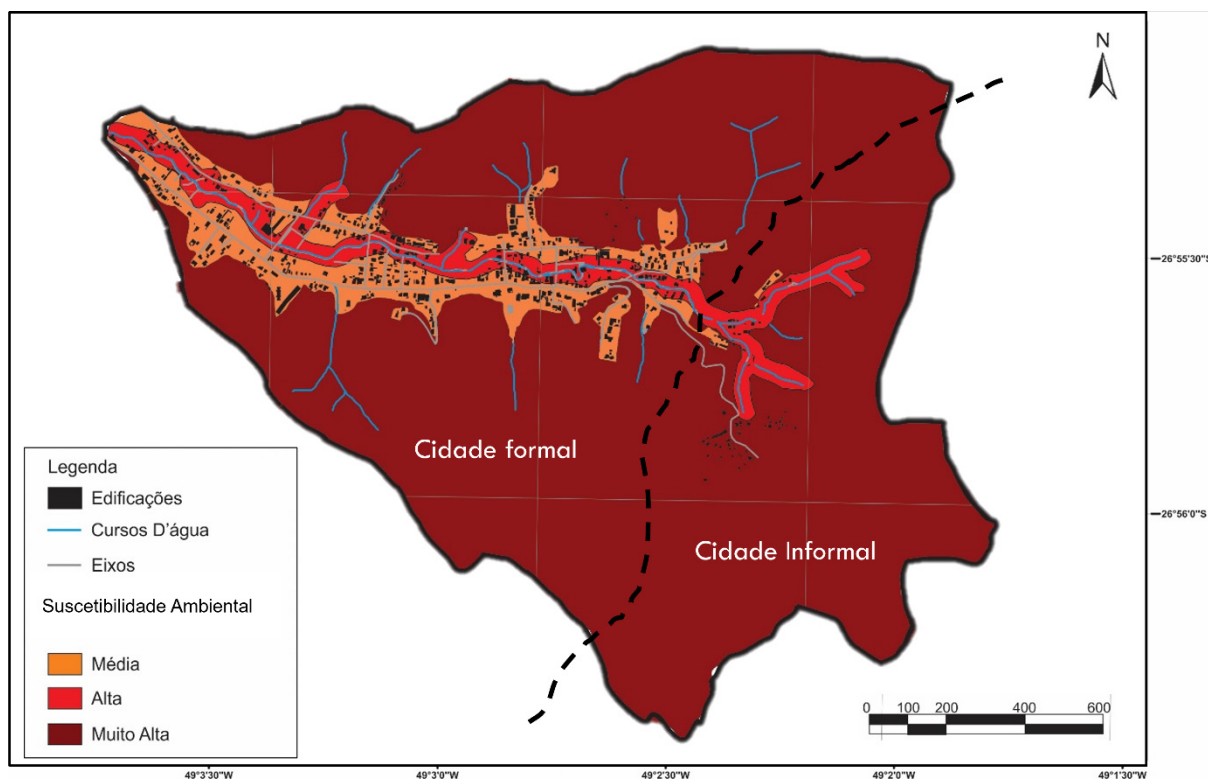
Em relação aos dados socioeconômicos, na Cidade formal a renda média familiar mensal era de 5 salários-mínimos (IBGE, 2010). A densidade populacional era de 25 habitantes por hectare. Segundo os dados do Censo 2010 (IBGE, 2010) 12,5% da população desse cenário se considerava negra, parda ou indígena. Em 2010, aproximadamente 1% da população desse cenário não tinha abastecimento de água via rede geral (IBGE, 2010). Aproximadamente 85% das vias são pavimentadas, existe drenagem urbana via boca de lobo, passeios públicos e equipamentos urbanos, como escolas e posto de saúde. Além disso, 77% da população tinha esgotamento sanitário adequado, via rede geral ou fossa séptica com filtro (IBGE, 2010).

Na cidade informal, a renda familiar mensal média, segundo o IBGE (2010) e PMB (2011), varia de 1 a 3 salários-mínimos. A densidade populacional é 37,5 hab/ha, sendo que 30% dessa população se considera negra, parda ou indígena (IBGE, 2010). Em relação a abastecimento de água via rede geral, o IBGE (2010) aponta que 5% da população não tinha acesso a água encanada. Porém, a partir de 2010, houve um expressivo aumento das ocupações para uso residencial em áreas de preservação ambiental permanente (MAD e Nevoeiro se constituíram em 2010 e 2015, respectivamente), e a maioria dessas populações não dispõe dessa infraestrutura, e muitos captam água via poço artesiano ou nascente. Não existe drenagem de água pluvial via boca de lobo, nem vias pavimentadas, e 84% do esgotamento sanitário era lançado nos cursos d'água (IBGE, 2010). A coleta de lixo atende 100% da população, e existe uma linha de ônibus.

O cruzamento desses dados socioeconômicos e ambientais culminou no mapa de vulnerabilidade socioambiental da MBHRF (Figura 4). Registra-se que a porção em Média Vulnerabilidade (cor Laranja) são áreas localizadas nos sopés de morros, com boa infraestrutura urbana e população com renda familiar acima de 3 salários-mínimos, sem

risco de inundações, porém podem vir, ocasionalmente, a ser afetadas por deslizamentos de massa. A porção em Alta Vulnerabilidade (cor vermelha) são ocupações localizadas em até 30 m de distância do curso de água principal, ou seja, são as áreas mais suscetíveis a inundações e enxurradas. Por fim, a porção em Muito Alta Vulnerabilidade (cor ocre) são populações localizadas em áreas de alta declividade, geologia do grupo Itajaí e áreas de preservação ambiental permanente. A renda familiar é inferior a 3 salários-mínimos, e a infraestrutura urbana é precária. Estas áreas são extremamente suscetíveis aos deslizamentos de massa e enxurradas.

FIGURA 4: MAPA DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO FRESCO



Fonte: Elaborado pelos Autores.

### *Pessoas e governança*

No município de Blumenau, diversos projetos foram implementados em prol da governança e da resiliência a desastres socioambientais. Nos anos 1960, após décadas de inundações, as políticas públicas foram voltadas para o saneamento com foco em obras

estruturais, como as barragens Oeste, Norte e Sul. Após as enchentes de 1983, foi criado o projeto Crise na Fundação Universidade Regional de Blumenau (FURB), com foco em medidas não estruturais para a adaptação e convívio com as enchentes (JANSEN, 2020, p. 168). Em 1984 foi implantado o CEOPS (Centro de Operação e Sistema de Alerta da Bacia do Itajaí). Em 2006, foram iniciados os trabalhos para o Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR), finalizados no ano de 2008.

O responsável principal pela gestão do risco a desastres socioambientais é a Defesa Civil Municipal de Blumenau (DCMB) – órgão responsável pela gestão de risco de desastres no município que atua por meio de ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação. Para uma ação efetiva, a Defesa Civil necessita da efetiva participação da comunidade (PMB, 2013b), o que não ocorre amplamente. Um de seus projetos mais relevantes é o Sistema de Alerta e Monitoramento Climático de Blumenau – ALERTABLU, que foi projetado para suprir a deficiência de informações sobre as condições climáticas (OURIQUES; SACCO; BUENO, 2018). Em caso de risco de deslizamentos de massa e/ou enxurradas, a DCMB faz a retirada da população das áreas de risco e as transfere para abrigos temporários.

Na MBHRF existe uma Associação de Moradores que realiza reuniões mensais, porém pouco se discute sobre a prevenção de risco de desastres. A Universidade Regional de Blumenau (FURB) atua por meio de projetos de extensão para a educação ambiental e ecoformação na educação básica e está alinhada com a Política Nacional de Defesa Civil. Atuando na escala territorial, a Estratégia de Saúde da Família (ESF), Rudolfo Oswald Hesse, ligada ao SUS (Sistema Único de Saúde), atua no controle de doenças e no atendimento dos moradores com relação à saúde física e psicológica. Destacam-se também como *stakeholders*: i) o Grupo de Escoteiros Leões e ii) as organizações religiosas – Igrejas. Estes atuam no auxílio das populações atingidas pelos desastres, por meio de entrega de alimentos e de roupas, além de converterem sua estrutura física em abrigos temporários. Apesar de todos os esforços para minimizar os impactos dos desastres socioambientais, todos os *stakeholders* atuam de forma reativa aos eventos climáticos extremos. O que permite a convivência com o risco e, em muitos casos, agrava a situação de vulnerabilidade socioambiental.

### *Resiliência de que? e resiliência a quê?*

A maior parte dos conflitos socioambientais do território envolvem o excesso de água pluvial (Quadro 1). A população da “cidade formal”, historicamente, é atingida por

enchentes e enxurradas. Apesar das enchentes causarem perdas financeiras e materiais, nessa população, há uma certa capacidade de resposta e adaptação aos eventos de alta pluviosidade. Esta possui maior informação, conhecimento e recursos financeiros para lidar com as enchentes. Mesmo assim, se registra a devastação da mata ciliar e nativa para a construção de residências e equipamentos urbanos. A grande preocupação é com a população da cidade informal, que por ser uma ocupação relativamente recente, muitos não passaram por eventos climáticos extremos. Nesse sentido, há pouca conexão entre os vizinhos, e a maioria dessas famílias não tem subsídios para superar as crises, considerando a condição de vulnerabilidade social da população.

Nesse contexto, a população da “cidade informal” é a mais impactada pelos riscos socioambientais, bem como seus possíveis efeitos. Além de boa parte das ocupações irregulares se localizar em áreas suscetíveis a deslizamentos de massa, alguns moradores sofrem com a falta de acesso à água potável. A ausência de água encanada faz com que seja captada água de poços artesianos ou cursos d’água próximos, por vezes poluídos. Na localidade, o esgoto não tratado é despejado nos cursos d’água que abastecem a região. O consumo da água contaminada está relacionado ao alto índice de doenças intestinais identificadas pelo ESF Rudolfo Oswald Hesse. Nesse contexto, a água é o componente fundamental para regular a resiliência do território.

Existem duas situações críticas que envolvem a água na MBHRF: a) a população da cidade formal está exposta à poluição do córrego e afluentes, enchentes e enxurradas frequentes, porém com melhores condições socioeconômicas para lidar com as situações adversas e; b) a população da cidade informal está exposta ao ineficiente acesso à água encanada que causa doenças e ocupações em áreas suscetíveis a deslizamentos de terra e enxurradas. Esta ainda possui menos recursos financeiros para reagir e se recuperar dos efeitos dos desastres. Nesse contexto, o fortalecimento da resiliência deve priorizar a situação mais crítica (WALKER; SALT, 2012). Portanto, é necessário adaptar as populações localizadas na cidade informal ao risco, ou seja, à condição de excesso de água pluvial e alta suscetibilidade geológica do território.

#### *Avaliação de resiliência: resiliência específica, geral e transformabilidade do sistema socioecológico*

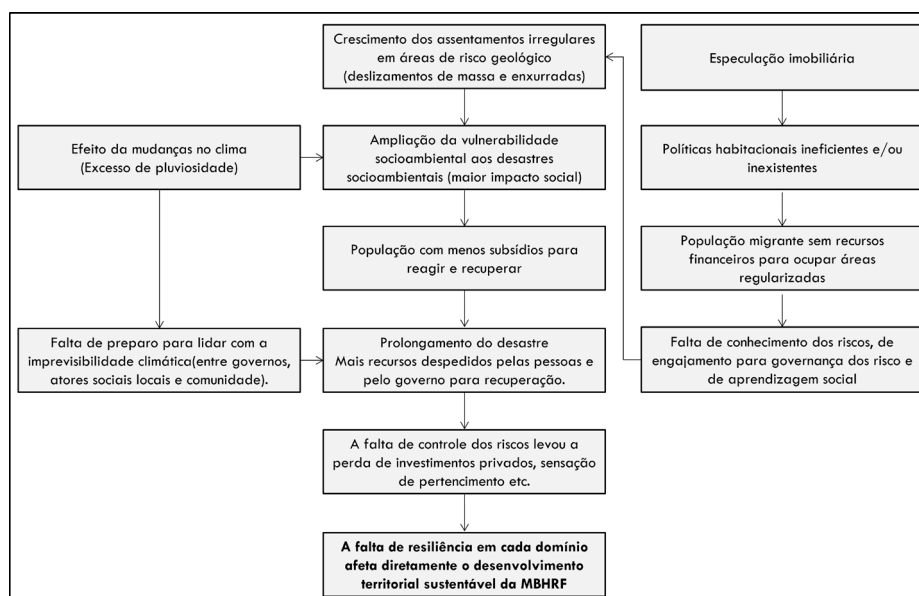
A partir dos dados obtidos na etapa anterior, identifica-se que o colapso do sistema pode ocorrer a partir do excesso de água pluvial, o que desencadeia deslizamentos de massa



e enxurradas. A cidade informal está mais vulnerável a este evento, na qual a população está mais propensa aos impactos sociais, ou seja, com maiores dificuldades para se recuperar. Para identificar estes limites e como eles afetam o desenvolvimento territorial da MBHRF, foi realizada uma avaliação da resiliência específica, da geral e da transformabilidade do sistema.

Em relação à resiliência específica, a Figura 5 apresenta um modelo conceitual da dinâmica dos domínios específicos que levam o sistema ao seu limite. A especulação imobiliária age sobre as áreas regularizadas, aumentando o valor do solo. Populações migrantes, que não têm condições financeiras para ocupar localidades livres de inundações e de deslizamentos de massa, acabam buscando os assentamentos irregulares, na maior parte em áreas de risco de desastres. Sendo assim, na última década houve um aumento da população em áreas de risco, assim, a tendência é de que o próximo desastre seja mais grave, porque poderá atingir um maior número de habitantes. Ou seja, mais perdas de vidas e econômicas, maior a dificuldade de recuperação pós-desastre e mais recursos financeiros despendidos pelo governo. Destarte, a falta de controle dos riscos acarretou um estigma negativo para a MBHRF, definindo uma identidade de risco ao território. Este fato tem afastado o comércio, as indústrias, entre outros investimentos públicos e privados para a região e atraído mais pessoas em situação de vulnerabilidade social, retroalimentando essa condição.

FIGURA 5: MODELO CONCEITUAL DE LIMITES DO SISTEMA SOCIOECOLÓGICA (MBHRF)



Fonte: Elaborado pelos Autores.

A avaliação da resiliência geral identificou que as atuais estruturas políticas e de planejamento urbano não auxiliam o fortalecimento da resiliência do território, pois permitem que as populações continuem a ocupar áreas de risco. Apesar de a DCMB ser fundamental para a gestão dos riscos no território, as políticas públicas habitacionais são ineficientes, e a fragmentação e falta de participação na gestão de risco limitam a atuação da DCMB à resiliência reativa. Nesse contexto, percebe-se que a DCMB não deveria ter o papel de gerenciar a resiliência socioecológica sozinha, sendo necessárias as intervenções participativas. Essas intervenções devem vir no sentido de informar e educar a população mais vulnerável sobre: i) ao uso e ocupação do solo, ii) condicionantes ambientais, iii) prevenção e reação aos desastres. Nesse sentido, é preciso que o governo e os líderes comunitários impulsionem a inclusão de toda a sociedade civil neste processo. Outrossim, seria importante desenvolver um plano habitacional participativo que vise a minimização e/ou mitigação de ocupações em áreas de encostas dos morros.

Sobre a transformabilidade do sistema, a MBHRF está passando por processos agressivos de alteração na paisagem. As transformações registradas são o aumento das ocupações em áreas de preservação ambiental permanente, principalmente na cidade informal. Observou-se uma diminuição da população e uma precarização da infraestrutura urbana em áreas regularizadas. Nesse contexto, a MBHRF não caminha para a manutenção de sua resiliência socioecológica e apresenta tendências críticas de transformação da paisagem, sendo necessário intervenções urgentes.

## **7 Considerações finais**

Na testagem do modelo de avaliação de resiliência socioecológica, a partir de Walker e Salt (2012), foi identificado que o sistema está próximo de seu limite, levando-se em consideração a recente ampliação dos assentamentos irregulares em áreas de risco. O excesso de chuvas pode desencadear um evento extremo que levará ao colapso do sistema, pois atualmente há mais pessoas e infraestrutura urbana expostas aos riscos, do que no último desastre em 2008. Considerando a fragmentação da gestão dos riscos (entre líderes comunitários, governantes, empresas e sociedade civil), a baixa capacidade de reação e recuperação dessa população às situações adversas, a fase crítica do desastre se prolongará. Essa situação pode causar mais perdas. Essa condição está afastando a instalação de indústrias, de comércios e de serviços, além de absorver mais populações em áreas de preservação ambiental, causando a degradação do meio natural. Por fim, a falta de

resiliência aos desastres na cidade informal afeta o desenvolvimento territorial sustentável da MBHRF.

Nesse sentido, tanto a discussão teórica como a prática levam à conclusão de que governar a resiliência socioecológica é um problema a ser contornado por ações institucionais participativas. A participação na gestão de riscos é fundamental para a constituição de uma nova ética de conduta, produzindo novas formas de se pensar e agir. Este processo pode tornar a sociedade mais resiliente a desastres e, conseqüentemente, fomentar o desenvolvimento territorial sustentável.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) que, por meio da chamada UNIVERSAL/MCTIC CNPQ/ 2018, viabilizou o projeto “ARENAS, DISPUTAS E DESAFIOS NOS MULTIPLOS ARRANJOS DE GESTÃO DAS ÁGUAS” (processo 424330/2018-0), ao qual este artigo está vinculado. Os autores agradecem à Universidade Regional de Blumenau (FURB) pelo apoio institucional e à Universidade Estadual da Paraíba que definem a equipe de pesquisa do projeto. Da mesma forma, agradece a concessão de bolsa de doutorado: a Bruno Jandir Mello (Coordenação de Pessoal de Ensino Superior - CAPES/ 2020-2024). Outrossim, a autora Cristiane Mansur de Moraes Souza agradece ao CNPq por sua bolsa produtividade em pesquisa (processo nº 309787/2020-3).

## Referências

ADGER, W. N. et al. Social and ecological resilience: are they related? *Progress in human geography*, v. 24, n. 3, p. 347-364, 2000. Doi: <https://doi.org/10.1191/030913200701540465>

ALBALA-BERTRAND, J. M. *The political economy of large natural disasters*. Oxford: Oxford University Press, 1993.

ARTAXO, P. Uma nova era geológica em nosso planeta: o Antropoceno? *Revista USP*, n. 103, p. 13-24, 2014. Doi: <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i103p13-24>

AVILA, M. R. R.; MATTEDI, M. A. Desastre e território: a produção da vulnerabilidade a desastres na cidade de Blumenau/SC. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.pucpr.br/index.php/Urbe/article/view/22089/21319>>. Acesso em: 10 out. 2018.

BERNASCONI, P.; BUSCHBACHER, R. et al. Avaliação da resiliência do sistema socioecológico de médias e grandes propriedades rurais de Cotriguaçu (MT, Brasil). In: BUSCHBACHER, R.; ATHAYDE, S.; BERNASCONI, P. *Avaliação da resiliência socioecológica como ferramenta para a gestão da fronteira amazônica: experiências e reflexões*. *Revista Sustentabilidade em Debate*, v.7, n.2, 2015. Doi <http://dx.doi.org/10.18472/SustDeb.v7n2.2016>

BONNAL, P.; CAZELLA, A. A.; MALUF, R. S. Multifuncionalidade da agricultura e desenvolvimento territorial: avanços e desafios para a conjunção de enfoques. 2008. Disponível em: < <http://r1.ufrjr.br/esa/V2/ojs/index.php/esa/article/view/302/298> >. Acesso em: 10 de jul 2021.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de Maio de 2012. Novo código Florestal do CONAMA. 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: 10 de outubro de 2018.

BUSCHBACHER, R. A teoria da resiliência e os sistemas socioecológicos: como se preparar para um futuro imprevisível? IPEA. Boletim Regional, Urbano e Ambiental, 2014.

CASTRO, J. E. Water governance in the twentieth-first century. *Ambiente e Sociedade*, v.10, n. 2, p. 97-118, 2007. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1414-753X2007000200007&lng=en&nrm=isso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2007000200007&lng=en&nrm=isso) > Acesso: 15 de agosto de 2019.

CAZELLA, A.; CARRIÈRE, J. Abordagem introdutória ao conceito de desenvolvimento territorial. In: *Desenvolvimento territorial sustentável: conceitos, experiências e desafios teóricos metodológicos*. Revista Eisforia, v. 4. Dez. 2006. Florianópolis, Brasil.

CEPED - Centro De Estudos E Pesquisas Em Engenharia E Defesa Civil. Relatório dos Danos Materiais e Prejuízos Decorrentes de Desastres Naturais em Santa Catarina. (2016). Acesso: < <https://www.ceped.ufsc.br/relatorio-de-danos-materiais-e-prejuizos-decorrentes-de-desastres-naturais-no-brasil-1995-2014/> > Acesso 8 de setembro de 2020.

FOLHA DE SÃO PAULO. Gasto do governo federal com prevenção de desastres é o menor em 11 anos. Disponível em: < <https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2020/01/gasto-do-governo-com-prevencao-de-desastres-e-o-menor-em-11-anos.shtml> > Acesso: 18 de outubro de 2021.

FOLKE, C. et al. Regime Shifts, Resilience, and Biodiversity in Ecosystem Management. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, v. 35, 2004. Doi: <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.35.021103.105711>

GUHA-SAPIR, D et al. The frequency and impact of natural disasters. In: GUHA-SAPIR, D; SANTOS, I. *The economics impacts of natural disasters*. Oxford: Oxford Press, 2013, p. 7-27.

HOLLING, C.S. Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v.4, n.1, pp.1-23, 1973. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.es.04.110173.000245>

HOLLING, C. S.; GUNDERSON, L. H. Resilience and adaptive cycles. *Panarchy: understanding transformations in human and natural systems*. Washington: Island Press, v. 114, n.2, pp. 25-62, 2002. DOI: [10.1016/S0006-3207\(03\)00041-7](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(03)00041-7)

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia Física. Blumenau. Censo demográfico 2010. Disponível em: < > Acesso: 25 de agosto de 2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia Física. Blumenau. Censo demográfico 1991. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/educacao/25089-censo-1991-6.html?edicao=25090&t=publicacoes> > Acesso: 25 de agosto de 2019.

\_\_\_\_\_. Taxa de Desemprego (2020). Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/explica/desemprego.php> > Acesso: 21 jan. 2021.

IPCC - Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas. Summary for Policymakers. In: *Global warming of 1.5°C*. World Meteorological Organization, Genebra, Suíça, pp. 32, 2018. Disponível em: < <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/spm/> > Acesso em: 25 ago. 2020.

JANSEN, G.R. Avaliação da governança da gestão de riscos de desastres: o caso da bacia hidrográfica do Rio Itajaí-SC. Universidade Regional de Blumenau – FURB. Centro de Ciências Tecnológicas – CCT. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental – PPGEA. Tese de Doutorado em Engenharia Ambiental, 2020. 376 il.

LHOMME, S. et al. Analyzing resilience of urban networks: a preliminary step towards more flood resilient cities. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 13, 221–230, 2013. Doi: [10.5194/nhess-13-221-2013](https://doi.org/10.5194/nhess-13-221-2013)

LEVIN, J.S. *Making Sense of Organizational Change*. Wiley Online Library, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1002/cc.10205>

LIBERATO, J. A. Gastos em proteção e defesa civil para prevenção de desastres naturais versus resposta e reconstrução no Brasil. *Revista Técnica CNM*, 2016. Disponível em: < [https://www.cnm.org.br/cms/biblioteca\\_antiga/Gastos%20em%20prote%C3%A7%C3%A3o%20e%20defesa%20civil%20para%20preven%C3%A7%C3%A3o%20de%20desastres%20naturais.pdf](https://www.cnm.org.br/cms/biblioteca_antiga/Gastos%20em%20prote%C3%A7%C3%A3o%20e%20defesa%20civil%20para%20preven%C3%A7%C3%A3o%20de%20desastres%20naturais.pdf) > Acesso: 14 mai. 2021.

LISTER, N. M. *From reactive to proactive resilience: designing the new sustainability*. Toronto: The Nature of Cities, 2016.

MATTEDI, M. A. O desastre se tornou rotina. In: Frank, B.; Sevegnani, L. (Eds.), *Desastre de 2008 no Vale do Itajaí: água, gente e política*. Blumenau: Agência de Água do Vale do Itajaí, 2009.

OURIQUES, J. M. A; SACCO, F.; BUENO, R. L. C. Defesa Civil de Blumenau: da gestão do desastre para a gestão de riscos de desastres. In: MATTEDI, M. A; LUDWIG, L; AVILA, M.R.R (org.). *Desastre de 2008+10 no vale do Itajaí: água, gente e política: aprendizados*. Blumenau: Edifurb, 2018.

PMB - Prefeitura Municipal de Blumenau. Perfil do Ribeirão Fresco (2013). (a) Disponível em: < <https://www.blumenau.sc.gov.br/governo/secretaria-de-desenvolvimento-urbano/pagina/historia-sobre-municipio/divisa-administrativa-bairros/bairro-ribeirao-fresco-seplan> > 27 de junho de 2019.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 10.117, de 19 de setembro de 2013. (b) Disponível em: < <https://leismunicipais.com.br/a/sc/b/blumenau/decreto/2013/1011/10117/decreto-n-10117-2013-substitui-o-anexo-ii-do-decreto-n-9853-de-19-de-novembro-de-2012-que-dispoe-sobre-as-areas-com-restricao-de-uso-e-ocupacao-do-solo-e-das-outras-providencias> > Acesso em: 27 de junho de 2019.

\_\_\_\_\_. Plano municipal de habitação (2011). Disponível em: < <https://www.blumenau.sc.gov.br/governo/secretaria-de-desenvolvimento-social/pagina/habitacao-semudes//plano-municipal-habitacao-semudes> > Acesso: 10 abr. 2019.

RELATÓRIO DE BRUNDTLAND - Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente E Desenvolvimento – 1988. *Nosso Futuro Comum* (Relatório Brundtland). Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1988. Disponível em: < [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4245128/mod\\_resource/content/3/Nosso%20Futuro%20Comum.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4245128/mod_resource/content/3/Nosso%20Futuro%20Comum.pdf) > Acesso: 30 mar. 2021.

RESILIENCE ALLIANCE. *Assessing Resilience in Social-Ecological Systems: A Workbook for Practitioners*. Version 1.1, 2007.

SIEBERT, C. Resiliência urbana: planejando as cidades para conviver com fenômenos climáticos extremos. *Anais do VI ENAPPAS*. UFPA: Belém, 2012.

\_\_\_\_\_. 2008+10 no Vale do Itajaí: Resiliência Reativa ou Evolutiva? In: MATTEDI, M. A;

SOUZA, C. M. M. et al. Cenários de risco Sob a Perspectiva da Ecosocioeconomia: Educação e Participação Cidadã. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.11, n.4, 2018.

STEFFEN, W. et al. Planetary Boundaries: Guiding Human Development on a Changing Planet. *Science*, v. 347, n. 6223, 2015. Doi: [10.1126/science.1259855](https://doi.org/10.1126/science.1259855)

THE KRESGE FOUNDATION. *Bounce forward: urban resilience in the era of climate change*. The Island Press, 2015.

TIERNEY, K. *Disasters: a sociological approach*. London: Polity Press, 2020.

UFSC – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. Relatório de danos materiais e prejuízos decorrentes de desastres naturais no Brasil: 1995 – 2014. Florianópolis: CEPED UFSC, 2016. Disponível em: < <https://www.ceped.ufsc.br/relatorio-de-danos-materiais-e-prejuizos-decorrentes-de-desastres-naturais-no-brasil-1995-2014/> > Acesso: 23 abr. 2021.

UNDRR - Escritório da Redução dos Riscos de Desastres (ONU). O Custo Humano dos Desastres 2000-2019. (2019). Disponível em: <<https://www.undrr.org/>> Acesso: 15 dez. 2020.

UNISDR - Escritório das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres. Como Construir Cidades Mais Resilientes Um Manual Para Líderes do Governo Local Uma Contribuição para a Campanha Mundial de 2010-2020. (2017). Disponível em: <[https://www.unisdr.org/campaign/resilientcities/assets/toolkit/documents/Handbook%20for%20local%20government%20leaders%20%5B2017%20Edition%5D\\_PT\\_Jan2019.pdf](https://www.unisdr.org/campaign/resilientcities/assets/toolkit/documents/Handbook%20for%20local%20government%20leaders%20%5B2017%20Edition%5D_PT_Jan2019.pdf) > Acesso: 17 jan. 2021.

VIEIRA, J.B.; BARRETO, R.T.S. Governança, gestão de riscos e integridade. Brasília: Enap, 2019.

WALKER, B.; SALT, D. Resilience practice: Building capacity to absorb disturbance and maintain function. (1ª ed. Vol 1.). Washington, London: Island Press, 2012.

WEF - WORLD ECONOMIC FORUM. The Global Risk Report. Davos: World Economic Forum, 2021. Disponível em: < <https://www.weforum.org/reports/the-global-risks-report-2021> > Acesso 10 jul. 2021.