



XIX ENCONTRO NACIONAL DA ANPUR
Blumenau - SC - Brasil

RISCOS COMPLEXOS NA BACIA JUQUERI-CANTAREIRA: FOMENTAR ARENAS DE GOVERNANÇA A PARTIR DA EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA

Renata Maria Pinto Moreira (Universidade Federal do ABC) - renata.moreira@ufabc.edu.br

Professora adjunta de Planejamento Ambiental e Urbano na Universidade Federal do ABC, na área de Engenharia Ambiental e Urbana. Graduada, mestre e doutora pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo com pesquisas nos temas de In

Mariana U. de Freitas (Universidade Federal do ABC) - mariana.urrestarazu@aluno.ufabc.edu.br

Aluna do curso de Bacharelado em Planejamento Territorial da Universidade Federal do ABC e bolsista da ação de extensão Governança de riscos urbanos na bacia Juqueri-Cantareira

Bianca Nogueira de Sousa (Universidade Federal do ABC) - b.sousa@aluno.ufabc.edu.br

Aluna do curso de Bacharelado em Planejamento Territorial da Universidade Federal do ABC e bolsista da ação de extensão Governança de riscos urbanos na bacia Juqueri-Cantareira

Riscos complexos na Bacia Juqueri-Cantareira:

Fomentar arenas de governança a partir da extensão universitária

RESUMO

A ação de extensão descrita associa objetivos de desenvolvimento científico e aplicado, entendendo que universidade e sociedade devem interagir e dialogar de forma transformadora através de processos interdisciplinares, educativos, culturais, científicos e políticos. O recorte espacial de atuação é representativo de problemas de encadeamento de riscos exatamente por tal enfrentamento carecer de diagnósticos, diálogos e articulações institucionais inovadores, para seu equacionamento. A sub-região norte da RMSP Paulo ilustra o problema a partir de conflitos na gestão de recursos hídricos. A presença de grande equipamento regional para abastecimento de água implica em riscos e falhas a outros sistemas, locais e regionais, como macrodrenagem, mobilidade e logística de resposta, uso do solo. Tais elaborações e articulações são trabalhadas com o intuito de construir uma arena de governança a partir da prática, e fomentar agentes tecnicamente preparados para novos desafios e riscos urbanos.

Palavras-chave: gestão de riscos urbanos, falhas encadeadas, inundações, Região Metropolitana de São Paulo.

INTRODUÇÃO: DESAFIOS PARA A EXTENSÃO

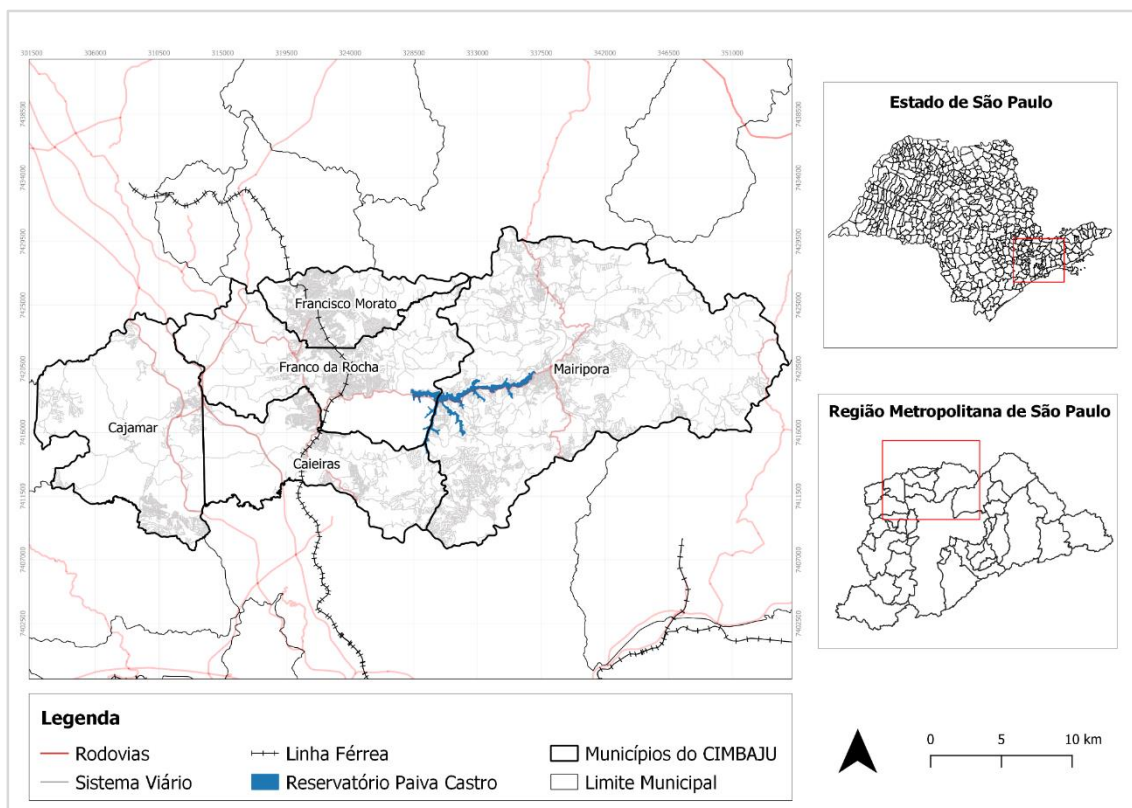
As atividades de extensão universitária devem buscar promover, de maneira direta, a interação transformadora e dialógica entre Universidade e sociedade, por meio de processos interdisciplinares, educativos, culturais, científicos e políticos. A ação de extensão descrita neste artigo buscou associar objetivos de desenvolvimento científico e pesquisa aplicada à ação de extensão, com o sentido de fomentar arenas de governança amplas, interdisciplinares e tecnicamente preparadas para enfrentar desafios urbanos e novos riscos, que se impõem frente a novas condições ambientais, climáticas e de funcionamento das infraestruturas de grande porte.

Desastres urbanos recentes têm resultado em situações de complexidade que exigem aprimoramento de abordagens. Pela interdependência, capilaridade e irradiação, falhas em grandes dispositivos de infraestrutura podem aumentar a magnitude e criticidade dos danos de eventos mais frequentes e crônicos. Considerando que uma das variáveis definidoras de 'risco' é a magnitude do impacto, a capilaridade das funções de grandes dispositivos de infraestrutura configura fator que corresponde a riscos de maior hierarquia. No caso do objeto foco desta pesquisa e ação de extensão, ameaças sobre sistemas de infraestrutura urbana resultam em cruzamentos e agravos de riscos usuais, com potencialização dos efeitos das ameaças.

Em São Paulo, um recorte espacial que ilustra este problema é a interferência de manobras emergenciais do reservatório para abastecimento de água, Paiva Castro, nas inundações no município de Franco da Rocha. Este condicionante associado à má estrutura de mobilidade na sub-região norte da Região Metropolitana de São Paulo, prejudica ações de resposta a ocorrências

geológicas, hidrológicas, entre outras. Tal compreensão exige trabalhar novas abordagens de diagnósticos de riscos entre diferentes agentes e áreas técnicas, considerando que, por envolver impactos a dispositivos de infraestruturas de grande escala e encadeamentos com riscos locais, demandam articulações interinstitucionais e intersetoriais, um desafio de governança. Para além das articulações institucionais, outro desafio está em promover o envolvimento de novos atores, considerando a comunicação e ação comunitárias, dos atores que se colocam em risco, a fim de alcançar a promoção de um ambiente seguro.

Figura 1 – Mapa de Localização do recorte de interação da ação de extensão



Dados: IBGE (2010); DER (2019); SMT/CPTM (2021); CEM (2020); CBH-AT (2018).
Elaboração própria.

Considerando todos os desafios mencionados, é que se coloca a importância e presença da pesquisa universitária: no avanço técnico e científico sobre um problema tangível – a abordagem do encadeamento dos riscos; e como ação de extensão, que visa a interação direta, transformadora e dialógica entre Universidade e sociedade, aqui caracterizada como tudo o que não é universidade. Na pesquisa, tal interação tem ocorrido por meio tanto da articulação da equipe junto às instâncias participativas de gestão de recursos hídricos – em especial nas Câmaras Técnicas e Grupos de Trabalho do Comitê de Bacias do alto Tietê e Subcomitês de Bacia, na Câmara Temática de Gestão de Riscos Ambientais da RMSP – como, principalmente, pela aproximação junto a gestores dos municípios da sub-região norte metropolitana. Estes atores, além de auxiliarem na produção dos diagnósticos, participam de atividades de formação e capacitação em ferramentas de análises de riscos, contribuindo, assim, na construção prática de uma arena de governança de riscos.

Tendo em vista o contexto descrito, desenvolvemos, desde fevereiro de 2021, o projeto “Governança e Gestão de Riscos Metropolitanos: Bacia do

Juqueri-Cantareira”, no âmbito da Pró-Reitoria de Extensão e Cultura da Universidade Federal do ABC (ProEC/UFABC). O projeto tem como principais objetivos construir novas abordagens e métodos de identificação de riscos, de tratamento de informações sobre desastres e refletir sobre como a gestão pública pode considerar as prioridades de risco a partir de compreensões espaciais mais apropriadas aos contextos de risco específicos. O recorte do projeto contempla os municípios da porção Norte da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), na Bacia Juqueri-Cantareira: Franco da Rocha, Caieiras, Cajamar, Francisco Morato e Mairiporã, e tem como público-alvo os gestores públicos e a comunidade local dos cinco municípios.

A partir do objetivo de desenvolver um método apropriado às especificidade dos riscos da região, foram desdobrados os seguintes objetivos específicos: i) desenvolver mapeamentos de análises logística da malha viária frente a ações de resposta a áreas de risco geológicos; ii) associar a análise logística a processos de inundação locais e agravados pelas manobras do Paiva Castro, visando o entendimento integrado dos cenários de risco; iii) fomentar a articulação institucional e o debate sobre as diversas ameaças na região, tendo como base a compreensão das interações complexas entre elas; iv) mapear ações de planejamento e gestão que possam se integrar no equacionamento de tais problemas, participar do planejamento e elaboração das contingências e desenvolver o método em articulação com instituições dos municípios e do Estado. Em virtude da pandemia, os objetivos de popularização da ciência, tecnologia e difusão dos saberes construção de saberes junto à comunidade, será trabalhado em ações futuras.

Ao apresentar o relato desta experiência, este artigo procura discutir como as ações de extensão podem ser desenvolvidas sem se desconectar do papel de investigação científica da universidade, mas conciliar tais objetivos no momento em que se desenha o objeto de interação. Ao longo deste relato, será apresentado, na primeira parte, a fundamentação teórica que embasa o desenho, ou o propósito o problema teórico pelo qual se deseja promover a interação. Na segunda parte, a justificativa do recorte espacial que define a ação de extensão, e como tal recorte caracteriza o problema teórico formulado. Na terceira parte, as arenas de governança com as quais o projeto se conecta, e os métodos práticos de aproximação desenvolvidos, na quarta parte.

1. O DESAFIO DOS RISCOS COMPLEXOS: ASPECTOS TEÓRICOS

As análises de encadeamento de riscos que foram trabalhadas no âmbito da pesquisa de extensão têm grande aderência aos problemas da gestão dos recursos hídricos. O campo da gestão dos recursos hídricos, por sua vez, é marcado por abordagens práticas que separam os problemas, tanto em termos de quantidade e qualidade da água, como pelas lógicas dos diferentes setores usuários do recurso, que definem diferentes sistemas de infraestrutura: geração de energia, abastecimento, irrigação, navegação, disposição de efluentes, controle de inundações.. Novas abordagens, que buscam superar a dispersão da gestão (SILVA et al., 2012) e se relacionam à gestão integral de recursos hídricos (LAWRENCE, 2001; O’CONNOR et al., 2012) constituem desafios que demandam formulação como agenda de pesquisa específica.

No plano internacional, é possível destacar, da literatura técnica, abordagens que relacionam a fragmentação setorial como possível causa de fragilidades do conjunto do sistema urbano, ou de falhas importantes de grandes sistemas de infraestrutura (LITTLE, 2010). Também há autores que trabalham com a possibilidade de ganhos em soluções relacionadas à eficiência do conjunto de setores (NORMAN et al., 2010), à associação de escopo, e se contrapõem a entendimentos que atribuem maior importância aos riscos específicos de cada setor.

Em relação a situações de riscos e falhas de maior complexidade, Little (2010) aponta que, nos estudos técnicos das falhas e sinistros em infraestruturas, existem diversas categorias de processos utilizadas para definir tipos de interdependências entre sistemas, tais como:

- falhas em cascata: quando o funcionamento fora da normalidade em uma infraestrutura pode causar anormalidades em um segundo sistema de infraestrutura, e em um terceiro, e assim por diante;
- escalonamento de falhas: quando o funcionamento fora da normalidade em uma infraestrutura pode exacerbar anormalidades independentes de uma outra infraestrutura (por exemplo, o tempo para recuperar as linhas de metrô afetadas por determinada ameaça se estendem porque as linhas de energia não foram restabelecidas);
- falhas por causas comuns: anormalidades em duas ou mais infraestruturas simultaneamente em virtude de causas comuns aos diferentes sistemas.

Little (2010) simplifica e reúne as três categorias e define como '*efeitos de interdependências entre sistemas*': aqueles que ocorrem quando a falha em uma das partes aciona a falha de outras partes sucessivamente. Quando considerado para o caso de infraestruturas, as interdependências produzem efeitos em que a perturbação em um sistema ou dispositivo de infraestrutura espalha, por sua capilaridade e conectividade característica, impactos consideráveis a outros sistemas ou dispositivos de infraestrutura, resultando em ampliação considerável de impactos.

A valoração de qualquer risco de perturbação depende de quão vitais são as consequências, da amplitude de propagação e da magnitude dos impactos. No caso de situações caracterizadas por '*efeitos de interdependências entre sistemas*', o resultado dos impactos depende, portanto, do grau de interdependência entre os sistemas, do quanto as conexões entre os componentes de cada sistema são singulares (únicas), suscetíveis, ou se existem capacidades redundantes e de segurança nas redes dos sistemas. Os efeitos de interrupção indesejadas ao pleno funcionamento podem seguir dois caminhos: desaparecer ao se propagarem a partir da interrupção de base, limitando o dano geral; ou podem somar força em ondas sucessivas, de efeitos em cascata, até que parte ou toda a rede de infraestrutura sofra perturbações. Neste último caso, o dano em uma componente chave pode criar falhas muito mais amplas, e potencialmente desproporcionais em relação à falha original.

Dueñas-Osorio e Vermuru (2009), na perspectiva aplicada à análise de redes de sistemas elétricos, desenvolveram métodos para identificar fragilidades e interdependências de sistemas, a partir de métrica para ‘susceptibilidade em cascata’, ou seja, uma simulação numérica que captura o potencial efeito de falhas em cascata em sistemas. Tais simulações partem da quantificação de interrupções adicionais dos sistemas quando comparados ao funcionamento convencional (normal), e traçam avaliações de desempenho baseadas em caminhos (topologias) da rede. Quando um evento disruptivo dispara a redistribuição de fluxos dentro das redes, é possível analisar a propensão do sistema para tornar-se instável (pelo baixo desempenho) a ponto de, potencialmente, desencadear falhas em cascata.

Tais procedimentos, ainda que limitados a estudos de topologias de redes elétricas, orientam, de forma análoga, as análises de diagnóstico da pesquisa, na forma de mapeamentos cruzados de setores distintos. O fator interdependente – a estrutura de mobilidade da sub-região norte da RMSP, na função logística de resposta a eventos críticos – vem sendo analisado em seus aspectos topológicos para diferentes cenários de normalidade e interrupção: 1. processos de inundação local e 2. processos de inundação causadas pelas manobras do reservatório Paiva Castro. A operação de manobra do reservatório é o elemento de falha que submete o sistema de mobilidade (que se interliga aos demais) à condição de encadeador de falhas na sua rede e na de outros sistemas urbanos.

2. OBJETO E CONTEXTO: A SUB-REGIÃO NORTE METROPOLITANA DE SÃO PAULO

O caso definido como objeto da pesquisa expressa conflitos urbanos. Expressa, também, conflitos da gestão de recursos hídricos, principalmente porque, embora o reservatório de abastecimento de água Paiva Castro seja aproveitado na maioria dos eventos para atenuar os processos de cheias a jusante, justamente nas situações de chuva mais crítica, a partir de certo limite, seu funcionamento para a macrodrenagem passa a ser o oposto: a represa é manobrada para liberar vazões crescentes sob risco de ultrapassar os níveis de segurança da barragem. A abertura controlada das comportas amplia a vazão na calha do rio Juqueri e na confluência com o Ribeirão Eusébio, agravando inundações nas cidades à jusante da barragem – Franco da Rocha e Caieiras - além de prejudicar o escoamento das áreas a montante da confluência, em Franco da Rocha e Francisco Morato.

Apesar de serem exigidos desde 2008, os planos de contingência para o Sistema Cantareira e o reservatório Paiva Castro foram consolidados apenas em setembro de 2016, meses após um dos eventos de chuva mais crítico (março de 2016), que concentrou grandes volumes de chuva em poucas horas. O PAE Paiva Castro - “Plano de Contingência da Sabesp para Cheias da Represa Paiva Castro” (SABESP, 2016) consiste basicamente em um protocolo de ação que define o tempo de antecedência com que a empresa que opera o reservatório (Sabesp) deve comunicar a defesa civil e os prefeitos a cada aumento na vazão de descarga. Apresenta também os níveis d’água limite para que as comportas passem a ser abertas e a correspondente vazão. Os limites de abertura das comportas são definidos e operados de acordo com procedimentos aprovados

pela ANA e DAEE, e consentidas nos Comitês de Bacia (MOREIRA, 2018; DAEE, 2004; ANA-DAEE, 2010; DAEE-DPO, 2010; ANA – DAEE; 2017a).

Tais limites, por sua vez, resultaram de estudos hidrológicos finalizados em 2009 (SABESP-HIDRO, 2009), que consideram aspectos de segurança hidrológica das barragens e restrições a jusante, redefinindo volumes de espera dos reservatórios do sistema Cantareira. Foi estabelecido para o reservatório Paiva Castro que, a partir do momento em que a represa atinge a cota 745,55m, as comportas devem descarregar de 10m³/s até o limite de 80m³/s, e que antes de atingir a primeira cota de descarga, o túnel 5, que interliga a represa Paiva Castro ao sistema Cantareira, deve ser fechado. Tanto no estudo da Sabesp de 2009, como no PAE de 2016, não é possível obter maiores informações sobre as decisões operacionais para o túnel 5: a partir de quais limiares de chuva e afluência, antes da primeira descarga, ele poderia ser fechado? Também não é possível identificar mais informações ou parâmetros operacionais sobre as vazões recalculadas para a Elevatória de Santa Inês (MOREIRA, 2018).

Em junho de 2016, o jornal “O Estado de São Paulo” descrevia algumas medidas tomadas posteriormente ao evento crítico de março de 2016, e o trecho a seguir ilustra bem essas dúvidas:

Após 5 dias seguidos de chuva (...) a Sabesp decidiu aumentar em 50% a produção de água do Sistema Cantareira (...) para evitar o enchimento da represa Paiva Castro e enchentes na cidade de Franco da Rocha, como ocorreu em março deste ano. Segundo a estatal, o reservatório amanheceu nesta segunda-feira com 70% da capacidade máxima e recebendo uma vazão de 36 mil litros por segundo, nove vezes maior do que a vazão média para o mês de junho. Por isso, afirma, a produção de água para abastecer a população da capital foi ampliada de 22 mil l/s para 33 mil l/s. O objetivo é evitar que a Paiva Castro encha rapidamente a ponto de obrigar a abrir as comportas. (...) ‘A companhia aumentou a área de atendimento do Cantareira, passando a usar esse sistema para abastecer moradores que normalmente recebem água do Alto Tietê, do Guarapiranga e do Alto e Baixo Cotia’. (O ESTADO DE SÃO PAULO, 2016).

Ou seja, além da alternativa de manobrar volumes da represa, e descarrega-los na rede hídrica a jusante, também seria possível manejar o volume total da represa em situação crítica a partir de alterações no procedimento operacional de entrega de água para tratamento e consumo. Porém estas alternativas não estão contempladas explicitamente como possível leque de contingências no Plano de Ação Emergencial da Represa Paiva Castro. Para a gestão desse risco, seria importante que os agentes dessa governança compreendessem tais interações de eficiência do conjunto, ou do sistema hídrico, conforme discussões apontadas (NORMAN et al., 2010).

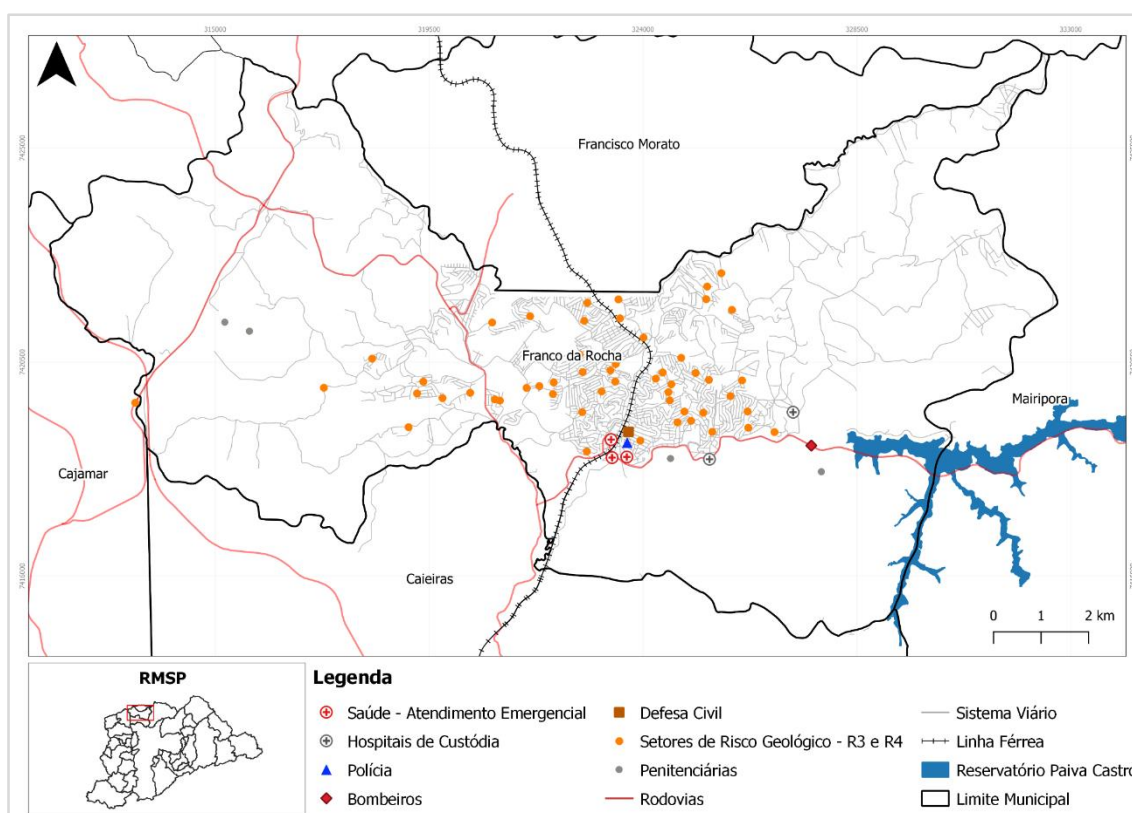
Ainda no caso norte metropolitano, por sobre os conflitos diretamente relacionados à gestão de Recursos Hídricos, se sobrepõe aqueles relacionados à estrutura urbana das cidades, para os quais também seria desejável buscar equacionamento e eficiência de conjunto, ou sistêmicas.

Existem diversas funções macro-regionais implicadas na Bacia do Juqueri-Cantareira, que envolvem: os trechos finais do Sistema de Abastecimento de Água Cantareira; estruturas de controle da drenagem (piscinões); grandes equipamentos de segurança pública; e estruturas da rede

de distribuição de energia, vias de transporte de produtos perigosos. Além disso, na escala local, em todos os municípios, o contexto é de um território altamente suscetível a movimentos de massa e escorregamentos e que expõe especialmente o uso habitacional, em uma região com limitações dos sistemas de circulação.

Para compreender melhor os conflitos entre funções urbanas de escala regional e local, vale a pena destacar um dos municípios da região, Franco da Rocha, com um perfil de riscos bastante peculiar. A primeira especificidade, comum à toda a região, se relaciona à geomorfologia e forma de ocupação: as ocupações mais antigas, que surgiram associadas às paradas da ferrovia, localizam-se no ponto mais baixo da cidade, na várzea, e são sujeitas a alagamento; as ocupações mais recentes estão nos morros, em áreas de alta declividade. Ou bem a ocupação está numa área de várzea, suscetível a inundação, ou bem está em área suscetível a escorregamento. Os trechos de várzea são estreitos e entrecortados por morros, configurando uma ocupação com conexão e circulação problemáticas, interrompidas entre as várias zonas. A cidade é distribuída em duas porções, nos dois lados da ferrovia. O eixo viário paralelo à ferrovia, ao longo do córrego Eusébio, é importante eixo de circulação intra-urbana, e o eixo da Rodovia Tancredo Neves é a principal conexão da região, servindo não somente Franco da Rocha como também os municípios de Caieiras e Francisco Morato. Ao Sul, a rodovia dos Estados interliga a Rodovia Tancredo Neves ao município de Mairiporã.

Figura 2 – Mapa de Localização dos Equipamentos Públicos em Franco da Rocha (SP)



Dados: IG (2020), SAP (2021), DER (2019), SMT/CPMT (2021), CBH-AT (2018), IBGE (2010)

Elaboração própria

Os riscos a que Franco da Rocha está submetido não se restringem às ameaças características de sua geomorfologia e ocupação, ou a ameaças peculiares de eventos climáticos críticos, mas a ameaças relativas ao convívio com elementos da infraestrutura urbana de alcance metropolitano e macrometropolitano, que se localizam dentro de seus limites e podem se encadear em situações críticas. O contexto de habitações vulneráveis – tanto fora da região central e contíguo aos demais municípios, como nas áreas centrais, junto ao ribeirão Eusébio – é agravado quando submetido ao fluxo de água das operações de manobra da represa de Paiva Castro, sobretudo pelo bloqueio da mobilidade nas ações de resposta da Defesa Civil. Além disso, e de acordo com relatos de profissionais da Defesa Civil, a existência de unidades prisionais neste município exigem o bloqueio de telefonia celular, o que torna o sinal mais difícil na região, sendo fator de agravamento no contexto de emergência. Nas operações de manobra, o fluxo de água atinge diretamente a rodovia dos Estados, ao sul, que dá acesso aos equipamentos do sistema prisional e suas rotinas de suprimento. Também deixa em alerta máximo uma subestação elétrica de abrangência importante para a região (a Subestação Melhoramentos), cuja pane pode agravar ainda mais a gestão da crise. Por fim, a estruturação problemática da mobilidade na região é o elemento que caracteriza a interdependência dos diferentes sistemas em risco, que não só não garante a estrutura de resposta necessária, como sua forma (topologia) concretiza a exposição ao risco de elementos importantes do sistema de resposta e gestão.

Mais especificamente sobre o fator mobilidade, a circulação de um lado a outro do município de Franco da Rocha é altamente dependente do eixo ao longo do ribeirão Eusébio. No ponto mais baixo da cidade, esse eixo é suscetível a inundações e extravasamento da própria calha do ribeirão (com contribuições desde Francisco Morato) e também da calha do rio Juqueri, na confluência. Além desse eixo, toda a rodovia dos Estados, paralela ao rio Juqueri, desde a saída do Paiva Castro, é tomada pela água durante os procedimentos de manobra da represa. No evento de março de 2016, a mobilidade mal resolvida neste município tornou a logística do auxílio às emergências de escorregamento mais difíceis. Nesta data, nas cidades da região, foram computadas 19 mortes: 10 em Mairiporã, 8 em Francisco Morato e 1 em Franco da Rocha (ANDRADE, E; TOMINAGA, L. K, 2016).

Para compreender mais detalhes dos impactos da manobra na cidade e na região, notícia que relata manobra no período 2010-2011 ilustra outras consequências:

“O poder público em Franco da Rocha (...) está submerso. Após chuvas intensas (...) a enxurrada engoliu todo o paço municipal. Prefeitura, Câmara Municipal, fórum, delegacia de polícia, duas escolas, um ginásio de esportes, uma igreja, parte dos trilhos da CPTM e até um edifício da Sabesp ficaram sob as águas. A cidade decretou estado de emergência e o prefeito (...) despachará em uma escola. (...) Além da perda de instalações, carros de polícia, ambulâncias e um ônibus (...), processos arquivados no fórum também se perderam.” (FOLHA DE SÃO PAULO, 2011a).

“O delegado usa um posto de gasolina como seu quartel, e as ocorrências são encaminhadas para outras cidades. ‘Estou provisório numa creche, mas ninguém sabe onde é. Então fico nesse posto, que é perto da delegacia.’ Anteontem, os policiais entraram na delegacia

‘com água no peito’ para resgatar mais de 20 armas e cerca de 40 caixas de munição. A prefeitura também foi parar numa creche. A secretaria (...) se transformou no gabinete do prefeito. (...) O Hospital Municipal Praça da Saúde também ficou parcialmente alagado.” (FOLHA DE SÃO PAULO, 2011b).

Fica evidente a limitação para responder a emergências quando os centros de comando são passíveis de alagamento, sobretudo considerando a tendência recente a manobras mais recorrentes. A visão de conjunto tem papel importante no enfrentamento de situações críticas, pois o equacionamento pode ser construído a partir da associação de diversas medidas, relacionadas a diferentes campos técnicos e do conhecimento. Para se alcançar a visão de conjunto, é importante incentivar a criação de uma arena ampla de governança dos riscos na região.

Neste sentido, no exemplo estudado, os planos de contingência de 2016 já se articulam a outro conjunto de protocolos - para acionamento das bombas de 2 reservatórios de detenção no ribeirão Eusébio. Porém, não há articulação com decisões relacionadas à entrega de água no sistema de abastecimento (que estão apontadas e estabelecidas em SABESP, 2015), nem desdobramentos em planos de contingência municipais, com medidas locais, preventivas ou mitigadoras, a serem adotadas nas áreas impactadas em caso de manobra. Por isso a pesquisa, sendo também uma ação de extensão, define, entre seus objetivos: fomentar o debate sobre a visão de conjunto no ambiente técnico institucional, desenvolver instrumentos de diagnóstico integrado que visam alcançar problemas nos diversos níveis e interfaces implicados, e estabelecer o diálogo com a comunidade potencialmente impactada, que tem a vivência prática dos riscos.

Tais objetivos convergem com outras experiências de governança na RMSP. A Câmara Temática de Gestão de Riscos Metropolitanos da RMSP, CTM-GRA, ainda que com limitações, é uma iniciativa de governança interfederativa importante e pioneira, que visa discutir e promover a incorporação da gestão do risco nas atividades de planejamento urbano e territorial, além da articulação para a gestão de riscos complexos e mapeamento de interdependências sistêmicas. Além desta esfera, os Comitês de bacias hidrográficas e subcomitês também representam ambiente propício para debater contextos de ameaçam os recursos hídricos.

3. ARENAS DE GOVERNANÇA

O contato com gestores municipais, de órgãos do governo do estado e agentes de Defesa civil são os interlocutores privilegiados pela ação. No entanto, nem sempre as abordagens diretas surtem resultados, sendo necessárias abordagens e articulações intermediárias para fomentar a articulação e o diálogo com os diferentes agentes que estão diante de um mesmo desafio.

Uma dessas instâncias de mediação foi a experiência prévia à ação de extensão, de envolvimento com a Câmara Temática de Gestão de Riscos Ambientais da Região Metropolitana de São Paulo, CTM-GRA. Na Câmara,

criada em 2016 vinculada ao Conselho de Desenvolvimento Metropolitano, participaram representantes de municípios e consórcios municipais – Consórcio InterMunicipal Grande ABC e Consórcio InterMunicipal da Bacia do Juqueri-Cantareira, departamentos da gestão pública ligados ao planejamento (Emplasa e representantes de órgãos e secretarias municipais), pesquisadores de universidades (USP, UFABC) e institutos de pesquisa (IPT e Instituto Geológico IG) ligados ao tema dos riscos, representantes da área da saúde, do DAEE, CETESB, representações da defesa civil das escalas estadual (CEDEC) e municipal (COMDEC-SP e de outros municípios e consórcios), sem, entretanto, representantes de concessionários de serviços públicos.

Durante os anos de 2017 a 2018, a CTM-GRA discutiu a elaboração da Política de Governança de Riscos Metropolitanos e o Plano de Gestão de Riscos Metropolitanos, como parte das diretrizes do Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado conduzido pela Emplasa - PDUI-RMSP. Das discussões, resultou um capítulo sobre gestão de riscos, incorporado ao PDUI, buscando associar aspectos da gestão de riscos a desastres naturais à gestão de riscos tecnológicos, um avanço à própria formulação do marco legal da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (Lei Federal nº 12.608/2012). Um dos maiores entraves recentes para as ações desta Câmara Técnica se deve ao esvaziamento do PDUI e da lei do Estatuto da Metrópole, que ocorreu após 2018.

O objetivo da CTM-GRA, naquele momento, foi traçar as diretrizes gerais de uma política. O sentido maior das propostas foi pensar elementos que favorecessem a cooperação entre localidades nas ações de prevenção e resposta, por meio de instrumentos de informação semelhantes e uniformes. O prazo limitado para finalização do PDUI não permitiu desenvolver discussões qualitativas sobre o que seriam riscos específicos e próprios da escala metropolitana, ou riscos específicos relacionados a funções públicas de interesse comum, nem diretrizes para mapear tal complexidade. Buscando superar este desafio, a Câmara planejou, para ações futuras, o trabalho sobre áreas piloto metropolitanas, e ações na Bacia Juqueri-Cantareira consistia em uma destas ações. Desta forma, pode-se dizer que a pesquisa de extensão é também desdobramento de objetivos desenhados no âmbito da CTM-GRA, e por isso conta com participantes desta na equipe, que foram fundamentais ao processo de articulação inicial.

Além da aproximação com a experiência da CTM-GRA, com gestores municipais e de defesa civil, as atividades de pesquisa também buscaram acompanhar atividades do Comitê de Bacia Hidrográfica de Alto Tietê, especialmente no subcomitê Juqueri-Cantareira.

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (CBH-AT), criado pela Lei Estadual nº 7.663/1991, é um órgão colegiado, vinculado ao Estado de São Paulo, de caráter consultivo e deliberativo, de nível regional e estratégico, que compõe o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SIGRH), com atuação na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI-06), estabelecida pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH). Um de seus objetivos é promover o gerenciamento descentralizado, participativo e integrado dos recursos hídricos, com representação paritária entre os segmentos Estado, Município e Sociedade Civil. O Sub-comitê Juqueri Cantareira atua de forma articulada com o CBH-AT, como instância consultiva deste, para análise e manifestação sobre matérias de interesse da região Norte da Grande São Paulo.

A aproximação com o Comitê CBH-AT não se dá apenas no âmbito desta ação de extensão, mas se articula a outras atividades acadêmicas de representação da universidade. A Universidade Federal do ABC vem participando pelo segmento Sociedade Civil em diferentes câmaras e grupos de trabalho do Comitê (como, por exemplo, no Grupo de Trabalho do CBHAT “Pesquisas na Vertente do Tietê”). Esta atuação tem sido de grande relevância, e permite dar suporte a análises técnicas de forma a embasar posições da sociedade civil, que se mostrava sempre em posição desvantajosa na arena de debates sobre recursos hídricos, em função do usual apelo técnico e de autoridade, ou mesmo a ausência, dos demais representantes.

Especificamente relacionado a esta ação de extensão relatada, está sendo proposto no plano de ação 2022 do subcomitê Juqueri-Cantareira, um Grupo de Trabalho para acompanhar a elaboração, integração e implementação de medidas de contingências para diversas ameaças na região: Plano de Contingência à estiagem do CBH- AT; Plano de Ações Emergenciais de Cheias e PAE Paiva Castro, adaptação dos planos de drenagem municipais; elaboração do Plano/Protocolo de Segurança das Águas no território do SCBH-JC, referente à acidentes com transporte de produtos perigosos.

A instauração do Grupo de Trabalho possui grande convergência com os intuitos desta pesquisa que busca, por diversas frentes, articular e fomentar a visão de conjunto na gestão de riscos: pela interação com instâncias de discussão horizontal (entre setores), tais como os comitês de recursos hídricos e a CTM-GRA, pela interação com gestores, a partir de uma atividade prática de capacitação (os cursos de modelagem oferecidos, apresentados adiante), e pela elaboração de diagnósticos horizontais, que associam fragilidades de diversos setores.

4. APROXIMAÇÃO E ARTICULAÇÃO A PARTIR DA APLICAÇÃO

A metodologia adotada pelo projeto desdobra-se em dois eixos práticos. O primeiro consiste na produção de mapeamentos que cruzam informações sobre mobilidade, riscos geológicos, de inundação, e localização de infraestruturas chave, e busca superar lacunas no campo da gestão de riscos e desastres, caracterizado por forte segmentação disciplinar entre especialidades relacionadas a diferentes ameaças. Esta produção alimenta o segundo eixo prático, da articulação para a governança, que visa aproximar agentes e fomentar o processo de discussão da gestão de riscos e de riscos complexos, no diálogo com grupos focais.

No eixo de produção do mapeamento, estão sendo trabalhadas 5 camadas de dados e informações (Fig. 3):

1. Identificação dos pontos de origem e destino dos percursos de resposta e salvamento – equipamentos de segurança pública, defesa civil, bombeiros, hospitais;
2. Identificação dos pontos (centróides) dos setores de risco – a partir de informações o Instituto Geológico, Plano Municipal de Redução de Riscos, diálogo com equipes de Defesa Civil locais;
3. Definição de trajetos em situações de emergência, utilizando ferramentas do software QGis e checagem com agentes da defesa civil. Cenário base: sem inundação;

4. Construção de cenário 1 de inundação – extravasamento da calha do Ribeirão Eusébio em situações de chuva crítica, sem manobra;
5. Construção de cenário 2 de inundação – extravasamento da calha do Ribeirão Eusébio em situações de chuva crítica, com manobra;
6. Reavaliação de trajetos a partir dos cenários de inundação 1 e 2.

Para as camadas 1 a 3, os mapeamentos foram desenvolvidos com o software de geoprocessamento Qgis 3.16 Hannover. A primeira camada de dados foi elaborada pelo levantamento da localização dos equipamentos de resposta, geocodificação dos endereços e posterior validação pelos agentes de defesa civil. Na segunda camada, foram extraídos os centróides dos polígonos dos setores de risco alto - R3 e muito alto - R4 (Instituto Geológico). Na terceira camada, foram definidos os trajetos de menor distância entre equipamentos de resposta e setores de risco, através da ferramenta v.net.iso sobre base viária (fig. 4 e 5), e novamente checado com agentes relacionados à ações de resposta a emergências.

Figura 3 – Esquema das Etapas de Trabalho. Fonte: Elaboração própria

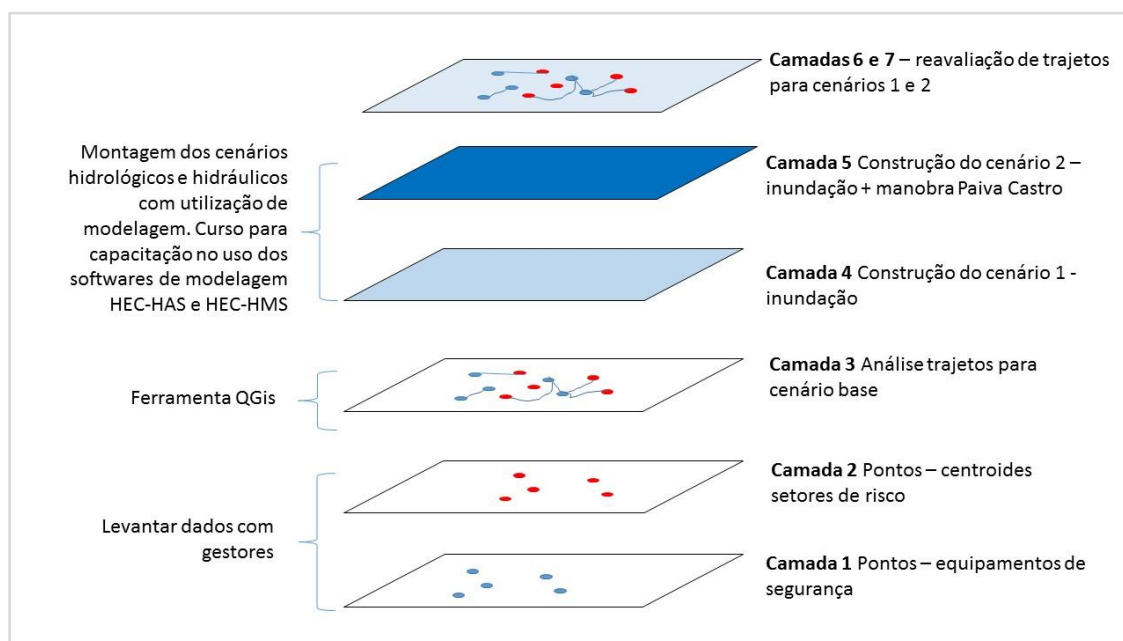
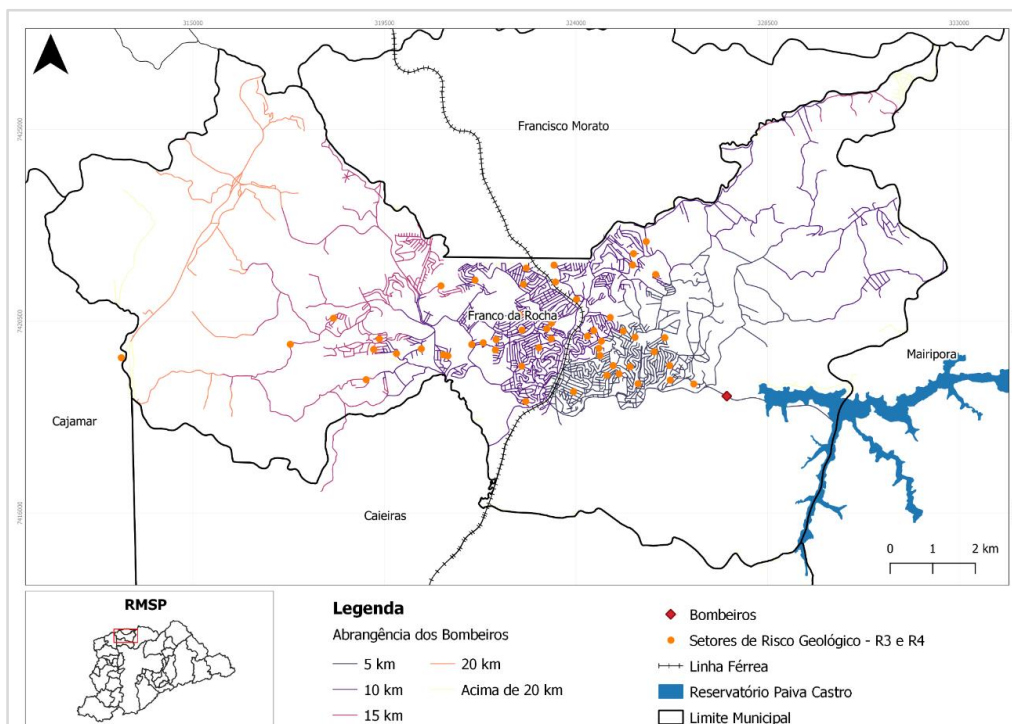
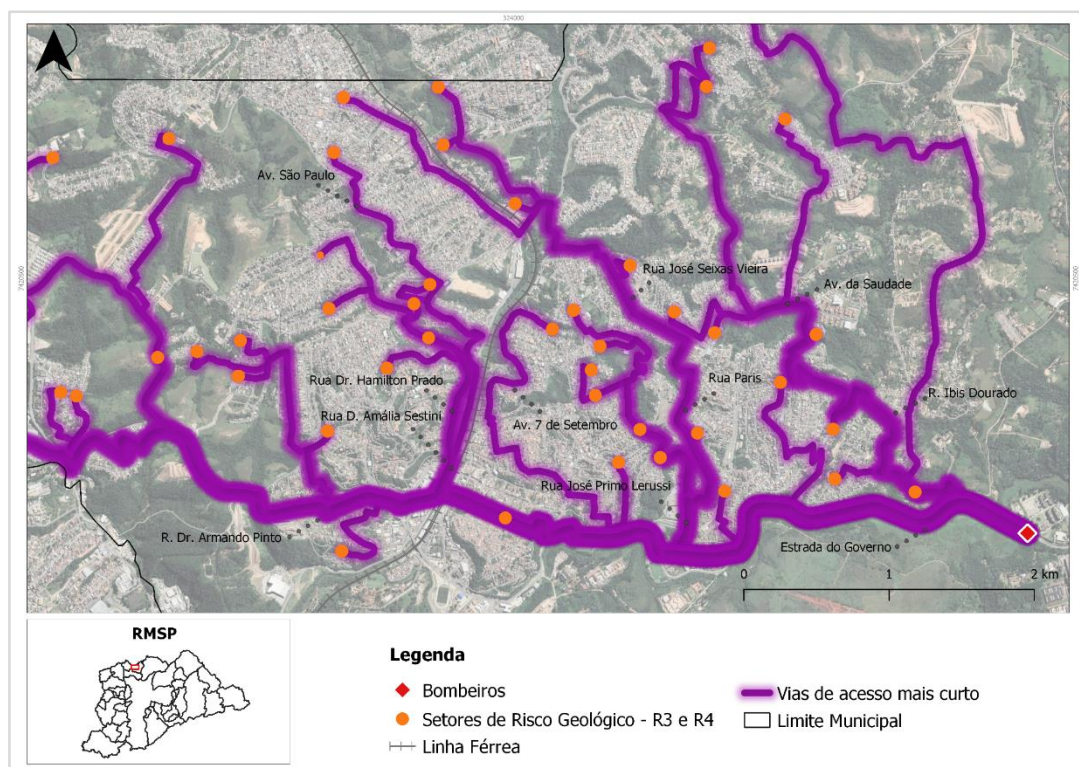


Figura 4 - Mapa de Abrangência (Bombeiros x Setores de Risco - R3 e R4)



Dados: IG (2020), SMT/CPTM (2021), CBH-AT (2018), IBGE (2010). Elaboração própria.

Figura 5 – Mapa de trajeto mais curto (Bombeiros x Setores de Risco - R3 e R4)



Fonte: Elaboração própria. Dados: IG (2020); SMT/CPTM (2021); IBGE (2010).

Para construir os cenários hidrológicos dos mapeamentos, correspondentes às camadas de análise 4 e 5, foi realizado, durante o mês de setembro de 2021 o primeiro módulo do curso de Modelagem Hidrológica de Cheias Urbanas, utilizando o software HEC-HMS. No curso, contamos com a participação de gestores dos municípios norte-metropolitanos, membros do Comitês de Bacia do Alto Tietê, comunidade acadêmica da UFABC e outras instituições, bem como pesquisadores e profissionais ligados à temática de gestão de recursos hídricos. Para além da capacitação, foi possível promover importantes trocas de experiências e estreitar vínculos entre Universidade e poder público.

O intuito dos cursos vinculados à ação de extensão é, para além de formar a equipe, multiplicar a formação em ferramentas importantes, bem como estabelecer conexões perenes com os gestores e suas realidades práticas de trabalho. Nas atividades de articulação, anteriores ao curso, realizadas por convites e reuniões, foram contactados 4 gestores dos 5 municípios que compõem a região: Franco da Rocha, Francisco Morato, Mairiporã e Caieiras. No módulo hidrológico do curso, participaram cerca de 20 gestores públicos dos municípios de Franco da Rocha e Francisco Morato, bem como membros do Subcomitê Juqueri-Cantareira, e parte dos gestores passaram a participar do subcomitê Juqueri-Cantareira após o curso.

Em novembro e dezembro (ainda em curso) foi realizado o segundo módulo do curso, de Modelagem Hidráulica de Rios Urbanos, utilizando o software HEC-RAS. Planeja-se, com a prorrogação do projeto para o ano de 2022, continuar o desenvolvimento dos mapeamentos e, caso a evolução da pandemia permita, realizar oficinas de diagnósticos ativos junto às comunidades impactadas a fim de compreender riscos a que estão submetidas e formar compreensões amplas por meio de linguagens e pedagogias específicas.

Para a produção das camadas de informação, muitas articulações são necessárias, com agentes locais ou de nível regional, fomentando o processo de construção de uma arena de governança. Para a construção das camadas 1 a 3, foi necessária maior articulação com agentes da defesa civil e gestão local. Para a construção das camadas 3 e 4, a estratégia foi ampliar o processo de capacitação da própria equipe nas ferramentas de modelagem que se mostraram necessárias, e ampliar o processo para os interlocutores.

A análise conjunta das camadas 1 a 6 permitirá apontar elementos críticos de cada um dos sistemas considerados, cujo equacionamento das condições de segurança pode ser trabalhado não apenas dentro de cada sistema afetado ou causador de perturbações, mas em medidas integradas de ordenamento urbano e na rede de mobilidade. Até o momento, foram desenvolvidas as camadas de análise de 1 a 3, em etapa de validação com agentes locais. Além disso, a consolidação do material pode apontar trajetos críticos, equipamentos de resposta com alta probabilidade a interrupção de atividades (as fragilidades do sistema de resposta), zonas ocupadas com mais baixa acessibilidade (mais suscetíveis a não obter resposta satisfatórias em caso de emergências), indicando priorizações para o desenvolvimento de soluções urbanísticas integradas.

Trata-se, portanto, de um método de aproximação que parte de investigação científica e, ao mesmo tempo, de uma formulação prática e técnica

sobre um recorte espacial. Trata-se da promoção do diálogo que, simultaneamente, visa dominar e compartilhar a compreensão sobre uma realidade altamente complexa, e alcançar meios para interagir de forma consciente e efetiva na realidade que se apresenta.

5. CONCLUSÕES

As atividades e investigações descritas neste artigo compõem uma ação de extensão universitária, tipo de atividade acadêmica cujo objetivo é promover a interação transformadora e dialógica entre Universidade e sociedade, por meio de processos científicos, investigações interdisciplinares, educativas, culturais, e políticas. Por partir de uma abordagem científica para um problema tangível, interdisciplinar em sua essência, e propor a interação com agentes que podem trazer desdobramentos da investigação teórica na prática, consideramos que a pesquisa atinge plenamente, e amplamente, aquilo que é previsto como finalidade da extensão universitária.

O problema tangível e motivação da pesquisa consiste no entendimento de que o recorte estudado – a região norte da RMSP, que constitui a sub-bacia Juqueri-Cantareira – é exemplar de problemas de encadeamento de ameaças e riscos, que precisam de diagnósticos inovadores e de diálogo e articulação institucional inovadores para seu equacionamento.

Para a noção de ‘encadeamento de riscos’, consideramos aporte teórico de diversos campos técnicos que convergem ao argumento sobre a importância em construir visões técnicas de conjunto, não setoriais e não segmentadas, tanto para identificação e diagnóstico de contextos críticos e de risco, como para seu equacionamento. Há literatura técnica, em diversos campos especializados, que busca por saídas práticas de conjunto: infraestrutura crítica, logística de equipamentos urbanos, topologia de redes e redes suscetíveis a falhas encadeadas, gestão de riscos, gestão integrada do solo e das águas urbanas, gestão total das águas. Para além da vontade de integração, é preciso construir saídas práticas de integração, e essas abordagens, dos mais diferentes campos, abrem caminhos.

Na proposta da ação de extensão, o desenvolvimento de novos métodos de mapeamento alimenta o processo de articulação institucional, e busca fomentar a articulação institucional, o debate sobre abordagem integrada dos riscos na região, e a cultura da prevenção. Tal iniciativa é particularmente expressa pela oportunidade em formar a equipe de bolsistas em ferramentas de modelagem e expandir a atividade para gestores públicos e membros do Comitê de Bacias Hidrográficas do Alto Tietê. Além disso, o recorte envolve região previamente priorizada como área piloto para experiências de governança de riscos, em discussões da Câmara Temática de Gestão de Riscos Ambientais e Urbanos da RMSP (CTM-GRA-RMSP).

A região de recorte do trabalho – que envolve os municípios de Caieiras, Franco da Rocha, Francisco Morato, Mairiporã e Cajamar – expressa conflitos da gestão de recursos hídricos e de riscos encadeados principalmente por conter, em seu território, um grande equipamento de infraestrutura para abastecimento de água, cujo funcionamento é de abrangência metropolitana, e cuja operação, em contextos críticos, amplifica os riscos locais da região. Se o Paiva Castro é o fator de interdependência metropolitana – perturbações nesse

dispositivo do sistema acarretaria consequências de grande impacto, a toda a metrópole –, o fator de interdependência local e sub-regional é a mobilidade, cujo baixo desempenho e alta exposição a processos de inundação, prejudica a logística de resposta e salvamento de diversos outros riscos crônicos e de menor abrangência que a metropolitana.

Assim, ao buscar equacionar o diagnóstico desses e outros processos de grande complexidade e encadeamento na região, a ação de extensão pode construir seus espaços de articulação e fomento a ações que tenham como base comum a visão integrada e de conjunto.

Diante de um contexto histórico e político em que se desacredita sistematicamente a ciência e os processos científicos, e em que a academia tende a ser vista com reservas pela sociedade civil, quanto à sua utilidade, é importante resgatar e reforçar o respaldo técnico científico de forma a democratizá-lo. É justamente reforçando as duas dimensões – técnico-científica e democrática - que poderemos resgatar o respeito e a credibilidade que a ciência exige, e a restituição da democracia.

REFERÊNCIAS

ANA-DAEE (2010). *Resolução Conjunta da ANA e DAEE n. 614/2010*. Dispõe sobre as condições de operação dos reservatórios do Sistema Cantareira no período de controle de cheias.

ANA – DAEE (2017a). *Resolução Conjunta ANA-DAEE n. 925*, de 29 de maio de 2017. Dispõe sobre as condições de operação para o Sistema Cantareira.

ANDRADE, E; TOMINAGA, L. K. Acidentes ocorridos entre 10 e 11 de março na RMSP. *Informe Técnico 04/2016. Boletim GAEE*. IG-SMA. São Paulo, 2016.

BRASIL (2012). *Lei n. 12608 de 10 de abril de 2012*. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC.

DAEE (2004). *Portaria DAEE n. 1213 de 06 de agosto de 2004*. Determina concessão das vazões máximas médias mensais e autorização administrativa para fins de abastecimento público do Sistema Cantareira. DAEE, 2004.

DAEE-DPO (2010). *Nota Técnica do DAEE n. 01/2010 de 28 de outubro de 2010*. Define as vazões de restrição para descargas dos aproveitamentos do Sistema Cantareira para jusante.

DUEÑAS-OSORIO, L.; VERMURU, S. M. Cascading failures in complex infrastructure systems. *Structural Safety*, n. 31, p. 157-167, 2009. Disp. em: <https://www.journals.elsevier.com/structural-safety>. Acesso em: 15 set. 2021.

FOLHA DE SÃO PAULO (2011a). “*Franco da Rocha, em SP, fica submersa*”. Edição de 13 de janeiro de 2011, p. C7.

FOLHA DE SÃO PAULO (2011b). “*Para Alckmin, Sabesp acertou ao abrir comportas na Grande SP*”. Edição de 14 de janeiro de 2011, p. C7.

LAWRENCE, I. Integrated Urban Land & Water Management. Planning and Design Guidelines. Technical Report 1/2001. *Cooperative Research Centre for Freshwater Ecology*, University of Canberra. 2001. Disp. em: <http://freshwater.canberra.edu.au/Publications.nsf/0/95214ed3c40105b2ca256f0f0014b12f?OpenDocument> 10.04.2011. Acesso em: 01 out. 2021.

LITTLE, R.G. Managing the Risk of Cascading Failure in Complex Urban Infrastructure. In: Graham, S., (ed.). *Disrupted Cities: When Infrastructure Fails*. New York: Routledge. Ebook: 979-1334. 2010.

MOREIRA, R. M. P. *Interfaces dos riscos urbanos na Região Metropolitana de São Paulo*. 2018. Tese (Doutorado em Habitat) - FAU-USP, São Paulo, 2018. doi:10.11606/T.16.2019.tde-14012019-165513. Acesso em: 09 set. 2021.

NORMAN, E., BAKKER, K., COOK, C., DUNN, G.; ALLEN, D. *Water Security: a Primer Fostering Water Security in Canada Project*. 2010. Disp. em: <http://watergovernance.sites.olt.ubc.ca/files/2010/04/WaterSecurityPrimer20101.pdf>. Acesso em: 09 set. 2021.

O'CONNOR, T.P., RODRIGO, D.; CANNAN, A. Total Water Management: The New Paradigm for Urban Water Resources Planning. *World Environmental and Water Resources Congress 2010: Challenges of Change*. Abr., 2012. Disp. em: <https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/41114%28371%29335>. Acesso em: 15 set. 2021.

O ESTADO de SÃO PAULO (2016). “*Região Oeste da Grande São Paulo é o novo gargalo do ‘abastecimento’*”. Edição de 06 de junho de 2016, versão online.

SABESP. *CHESS Crise Hídrica, Estratégia e Soluções da Sabesp para RMSP*. São Paulo, Abr., 2015. http://site.sabesp.com.br/site/uploads/file/crisehidrica/chess_crise_hidrica.pdf. Acesso em: 09 set. 2021.

SABESP-HIDRO. *Estudo de cheias para avaliação dos volumes de espera dos aproveitamentos do sistema Cantareira*. Relatório Final, v. 2. Out., 2009.

SABESP, DAEE, CEDEC (2016). *Plano de Ação Emergencial Para Inundações na Região de Franco da Rocha*. Governo do Estado de São Paulo, Casa Militar, Coordenadoria Estadual da Defesa Civil, Setembro de 2016.

SABESP (2016). *Plano de Contingência da Sabesp para Cheias da Represa Paiva Castro*. Setembro, 2016.

SILVA, R. T.; NUCCI, N. L. R.; COSTA, J. J. Recursos hídricos, saneamento e gestão metropolitana: os novos desafios. *Revista Engenharia*, ano 69, n. 609, p.102-110. 2012. Disp. em: http://www.brasilengenharia.com/portal/images/stories/revistas/edicao609/609_art_recursos.pdf. Acesso em: 30 set. 2021.