

AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA OPERAÇÃO DO SISTEMA DE ALERTA HIDROLÓGICO DA BACIA DO RIO CAÍ ENTRE OS ANOS DE 2009 E 2020

Emanuel Duarte Silva¹, Franco Turco Buffon²

Palavras-Chave – Inundação, Prejuízos, Danos, Previsão.

INTRODUÇÃO

Dados do Banco Mundial demonstram que, em 2010, 178 milhões de pessoas foram afetadas por inundações, com perdas totais que excederam \$40 bilhões. Tucci (1997), subdivide as medidas de controle de inundações em dois segmentos, as estruturais (diques, bacias de contenção, canais, barragens) e as não estruturais (sistemas de alerta, zoneamento, controle de ocupação de solo e seguros).

As medidas estruturais de proteção contra inundações representam soluções consolidadas no meio técnico e entregam resultados de forma imediata a sua conclusão, no entanto também apresentam desvantagens, como os elevados custos para implementação e manutenção, bem como, apresentam um limiar de operação (proteção) não eliminando, completamente, a possibilidade de ocorrência de inundações. As medidas não estruturais têm como premissa melhorar a convivência da população com os eventos de inundação, utilizando-se para isso de sistemas de alertas, mapeamento de áreas inundáveis, planos de evacuação, entre outros. Como desvantagem costumam requerer amplas campanhas de conscientização e engajamento da população.

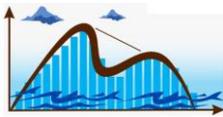
Os Sistemas de Alertas Hidrológicos (SAH's) são considerados medidas não estruturais adotadas na minimização de prejuízos causados por cheias nas bacias hidrográficas. Os sistemas são capazes de subsidiar a tomada de decisão de agentes públicos e pessoas, diante de cenários hidrológicos críticos, por meio da geração e disseminação de previsões hidrológicas. O Serviço Geológico do Brasil – CPRM deu início, em 2009, aos estudos de concepção do Sistema de Alertas Hidrológicos da Bacia do Rio Caí (SAH-Caí), tendo emitido o seu primeiro boletim de alerta em 2012. O projeto, atualmente, atende a uma população de aproximadamente 90.000 pessoas, concentradas predominantemente nos municípios de São Sebastião do Caí- RS e Montenegro-RS.

Onze anos após o início de implementação se faz necessária uma avaliação do impacto econômico decorrente de sua operação e uma análise da sua efetividade como política pública. A partir de um comparativo entre os prejuízos econômicos, decorrentes de cheias entre os anos de 2012 e 2020, que potencialmente poderiam ser evitados pela operação do sistema e o investimento necessário para sua implementação e manutenção, no mesmo período, foi possível determinar a relação entre investimento e prejuízo evitado proporcionada pela medida. Adicionalmente também foi possível estabelecer cenários onde um conjunto de medidas estruturais atuaria na redução dos danos, proporcionando a comparação do impacto econômico entre as diferentes medidas.

METODOLOGIA

A presente análise está segmentada em três partes, a primeira visa quantificar os danos e prejuízos econômicos advindos das inundações ocorridas em São Sebastião do Caí e Montenegro, no período compreendido entre os anos de 2012 e 2020, para isso utilizou-se dados e metodologia empregados por Silva (2019). A segunda parte visa quantificar os investimentos necessários a implementação e operação do Sistema de Alertas Hidrológicos da Bacia do Rio Caí (SAH-Caí) desde

1) Pesquisador em Geociências do Serviço Geológico do Brasil - CPRM, R. Banco da Província, 105, Porto Alegre RS, emanuel.duarte@cprm.gov.br
2) Pesquisador em Geociências do Serviço Geológico do Brasil - CPRM, R. Banco da Província, 105, Porto Alegre RS, franco.buffon@cprm.gov.br



a sua fase de planejamento, para tanto foi levantado o histórico orçamentário do projeto junto ao Serviço Geológico do Brasil – CPRM (2020). A terceira etapa consiste na determinação dos custos em cenários onde medidas estruturais atuariam como o fator de proteção contra as inundações na região, no mesmo período, utilizando dados e metodologia provenientes de estudo da METROPLAN (2014), para determinar os investimentos necessários a implementação dessas medidas.

1. Quantificação dos danos e prejuízos

A quantificação dos danos e prejuízos decorrentes de uma inundação pode ser obtido a partir da combinação de algumas características (variáveis) da região diretamente afetada, como a quantidade de imóveis atingidos, profundidade a que foram expostos, tempo médio de duração da inundação e nível socioeconômico da região. Para a quantificação dessas variáveis se faz necessário a elaboração de mapas de inundação, com o intuito de determinar a área afetada por cada nível observado durante um evento hidrológico extremo. Brasil (2016) gerou mapas de inundação com graduação de 0,5m para as áreas de estudo, essa base de dados foi utilizada nesse trabalho, sendo cada nível de inundação associado aos prejuízos potenciais para a região.

As variáveis utilizadas, para estimar os danos, são padronizadas de acordo com a classe socioeconômica de cada setor censitário do IBGE, segundo critério desenvolvido pela ABEP (Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa), e a quantidade de imóveis atingidos é obtido através do cruzamento de cada área inundada com a grade estatística do IBGE.

Os danos as edificações (DE) podem ser obtidos utilizando o Custo Básico de Construção Civil (CUB) como unidade base de cálculo. Uma vez estimado o custo de reparo das edificações, de acordo com a classe econômica do setor censitário na qual estão inseridas, e a quantidade de residências atingidas, através da grade estatística, é possível calcular o dano total.

Os danos ao conteúdo (DC) foram calculados conforme metodologia apresentada por Fadel (2015) e adaptada por Silva (2019), que levou em consideração o conteúdo de um imóvel padrão conforme a classe social média da região, para os imóveis compreendidos em setores censitários de outras classes foi aplicado um fator ponderador.

O custo de limpeza (DL) é estimado em virtude da quantidade de horas gastas para limpeza do domicílio atingido, levando em consideração o nível de submersão que a residência foi exposta, renda familiar e demais encargos sociais que incidem sobre o salário.

Os danos por dias parados (DDP) têm relação com a paralização das atividades econômicas em decorrência do evento de inundação, sendo levado em consideração para seu cálculo a renda média familiar, número de domicílios atingidos e a duração da inundação.

A quantificação do dano total é obtida através do somatório das quatro tipologias de danos: Danos as edificações e seu conteúdo, custo de limpeza e paralização de atividades econômicas para cada nível de inundação, podendo ser obtido a partir da seguinte expressão:

$$D_{total_i} = DDP_i + DE_i + Dc_i + DL_i \quad (1)$$

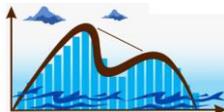
Onde

Dtotal: dano total por nível de inundação [R\$];

i: nível previsto considerado.

2. Quantificação dos recursos aplicados no SAH-Caí

A quantificação do total de recursos financeiros aportados na implementação e operação do SAH-Caí (2009-2020) levou em consideração quatro aspectos, valores aplicados a título de investimentos (aquisição de equipamentos), valores aplicados a título de operação (diárias de campo e material de consumo), valores aplicados a título de gasto com pessoal (salários e encargos sociais) e custos indiretos (manutenção predial, custos administrativos, seguros e outras despesas indiretas).



Os valores aplicados a título de investimento e operação foram obtidos a partir de dados fornecidos pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) de forma anualizada, para os anos de 2009 a 2020, sobre esses valores foi aplicado um índice de correção inflacionária, nesse caso o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), fornecido pelo IBGE e aplicado via calculadora do Banco Central do Brasil, a fim de atualizar os valores temporalmente.

O gasto com pessoal levou em consideração a tabela salarial da equipe, atualmente, envolvida diretamente no projeto e utilizou fatores de ponderação de acordo com o tempo de trabalho comprometido mensalmente por cada membro. A equipe levada em consideração é composta por um engenheiro chefe do projeto (100% de dedicação), um técnico sênior (100% de dedicação), um técnico júnior (100% de dedicação), um supervisor/gerente de área (10% de dedicação) e um coordenador nacional (5% de dedicação). Os valores foram acrescidos de um percentual de 68% a título de encargos sociais.

A fim de se simplificar o processo de quantificação dos recursos empregados no projeto foi utilizado um percentual de 10% sobre o somatório dos valores supracitados a título de custos indiretos. Esse percentual visa quantificar despesas de difícil mensuração, como a fração dos custos relativos a manutenção predial decorrente da execução da atividade, fração dos custos com pessoal administrativo, seguros, entre outros.

3. Quantificação dos recursos necessários a aplicação de medidas estruturais

A determinação dos valores necessários a implementação e manutenção de medidas estruturais teve como base estudo realizado pela METROPLAN (2014), no qual foram extraídos dois cenários de intervenções possíveis. No primeiro cenário se previu a construção de um corta-rio e um dique de proteção no município de Montenegro-RS e um dique de proteção no município de São Sebastião do Caí-RS. No segundo cenário se previu a solução supracitada para Montenegro-RS e o rebaixamento do fundo da calha do rio Caí em São Sebastião do Caí-RS.

Foram levados em consideração os custos com projetos, obras, equipamentos hidromecânicos, desapropriações e a operação dos sistemas ao longo do tempo. Os custos de projetos (básico e executivo) e de licenciamento ambiental foram estimados em 10% do custo total de implantação (excetuando os custos das desapropriações). Os custos de operação e manutenção foram calculados com base em um percentual do valor da obra na ordem de 0,5%, comumente utilizado para obras hidráulicas de porte semelhante.

Sobre os valores estimados pela METROPLAN foi aplicado um índice de correção inflacionária, nesse caso o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), fornecido pelo IBGE e aplicado via calculadora do Banco Central do Brasil, a fim de atualizar os valores temporalmente.

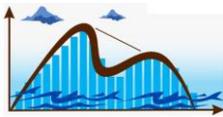
RESULTADOS

Os resultados apresentados na tabela 1 são uma síntese dos investimentos requeridos para implementação e operação do SAH-Caí ao longo do período estudado, além dos valores estimados para os prejuízos econômicos provenientes das inundações ocorridas no mesmo período. Também são apresentados os valores simulados para os investimentos necessários em cenários hipotéticos onde medidas estruturais atuariam na prevenção de danos dos mesmos eventos extremos.

Tabela 1 – Resumo dos prejuízos potencialmente evitados, custos de implementação e operação das medidas estudadas entre os anos de 2009 e 2020.

Tipo de medida	Custo de Implementação	Custo de Operação	Custo Total (2009-2020)	PPE	Rel. PPE/ Investimento
CMDE1	R\$ 114.629.182,99	R\$ 51.583.132,35	R\$ 166.212.315,34	R\$ 1.111.424.352,22	7
CMDE2	R\$ 482.035.197,95	R\$ 216.915.839,08	R\$ 698.951.037,03	R\$ 1.111.424.352,22	2
MDNE	R\$ 2.173.317,38	R\$ 6.071.682,37	R\$ 8.244.999,75	R\$ 925.911.486,16	112

CMDE1 - Conjunto de medidas estruturais 1; CMDE2 - Conjunto de medidas estruturais 2; MDNE - Medida não estrutural; PPE - Prejuízo potencialmente evitado.



Nota-se que a relação entre o prejuízo potencialmente evitado e o custo total de implantação e operação é substancialmente maior no cenário que considera a implementação da medida não estrutural. Esse dado indica uma alta efetividade dessa política em comparação aos demais cenários analisados, demonstrado que para cada um real investido foi possível evitar 112 em prejuízo, ao passo que os demais apresentam proporções substancialmente menores, para o mesmo período de análise.

É importante destacar que o quantitativo de danos potencialmente evitados pelo sistema de alerta apresenta uma variação em relação as medidas estruturais uma vez que o primeiro, em virtude das suas características, tem mais influência sobre os danos ao conteúdo dos domicílios, enquanto o segundo terá um papel mais relevante sobre a proteção aos danos totais (DE, DC, DDP, DL). Também deve-se considerar que o potencial máximo de redução de danos proporcionada pelo sistema de alerta, depende de uma boa articulação entre a defesa civil local e a população, bem como a metodologia emprega não considera os custos relativos a remoção e realocação das famílias, durante os eventos extremos, e os custos decorrentes da paralisação de atividades públicas afetadas, o que deve reduzir a discrepância na relação PPE/Investimento das medidas comparadas.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A realidade orçamentária de escassez de recursos presente, atualmente, em todos os níveis governamentais do Brasil, requer avaliações constantes da efetividade das políticas públicas em desenvolvimento e das que serão implementadas, de modo que se possa alocá-los em ações que apresentem maior impacto benéfico a sociedade.

Os resultados obtidos nessa análise evidenciaram que o sistema de alertas hidrológicos da bacia do rio Caí proporcionou uma relação significativamente positiva no tocante a sua capacidade de prevenção a danos e redução de prejuízos, durante o período 2009 a 2020, apresentando melhor desempenho que outras medidas de prevenção analisadas. Ao se mostrar uma política pública efetiva e adequada a situação econômica vigente é recomendável a sua manutenção e ampliação, aumentando o número de pessoas atendidas sempre que possível.

Por fim recomenda-se a ampliação das tipologias de danos compreendidas na metodologia utilizada para quantificação de prejuízos, permitindo estimativas mais precisas e adequadas a realidade de cada local em que é empregada.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Emanuel Duarte Silva. Serviço Geológico do Brasil. ELABORAÇÃO DE MANCHAS DE INUNDAÇÃO PARA AS CIDADES DE SÃO SEBASTIÃO DO CAÍ E MONTENEGRO. Porto Alegre: CPRM, 2016. 23 p.

DUARTE-SILVA, Emanuel. Previsão hidroeconômica de curto prazo com modelo de redes neurais artificiais: aplicação à bacia do rio Caí. 2019. 131 f. Orientador: Guilherme Fernandes Marques. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Porto Alegre, 2019

FADEL, Amanda Wajnberg. Incorporação do Risco de Prejuízo no Gerenciamento de Medidas de Controle de Inundação. 2015. 113 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Iph, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

RIO GRANDE DO SUL. Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional. Governo do Estado do Rio Grande do Sul. ESTUDOS DE ALTERNATIVAS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DAS CHEIAS DO TRECHO BAIXO DO RIO CAÍ/RS: estudos de viabilidade e hierarquização das alternativas. Porto Alegre: Metroplan, 2014. 61 p.