

ANEXO 01

SISTEMA DE ALERTA HIDROLÓGICO DA BACIA DO RIO CAÍ

1. TÍTULO

Sistema de Alerta Hidrológico da Bacia do Rio Caí (SAH-Caí)

2. UNIDADE(S) QUE ELABOROU(RARAM) O PRODUTO OU SERVIÇO (DEPARTAMENTO/OU SUREG/OU COMITÊ, OU GRUPO DE TRABALHO)

DHT + DEHID + SUREG-PA

3. INSTITUIÇÕES ENVOLVIDAS OU PARCERIAS

O SAH-Caí conta com o envolvimento de diversas instituições ao longo de sua cadeia de operação, como a Agência Nacional de Água (ANA) - parceira no monitoramento hidrológico, Cemaden, Cenadeb, Cenad, defesas civis estadual e municipais, bombeiros, prefeituras e o Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Caí.

4. DESCRIÇÃO SUCINTA

As inundações na Bacia do Rio Caí estão, sem dúvida, entre os aspectos mais críticos no que concerne aos recursos hídricos da bacia. O trecho baixo do Rio Caí, da cidade de São Sebastião do Caí até a foz, que apresenta um relevo plano e de cotas baixas, é marcado pela ocorrência de inundações nas áreas urbanas de alguns municípios, especialmente Montenegro e São Sebastião do Caí. Não sem razão, as cheias na bacia são uma das principais preocupações do Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Caí.

O ano de 2009, foi marcado pelo início dos estudos de viabilidade e concepção dos Sistema de Alertas Hidrológicos da Bacia do Rio Caí (SAH-Caí). No dia 04 de fevereiro de 2010, iniciou-se a instalação das estações de monitoramento hidrológico automáticas na bacia. A rede de monitoramento é constituída de oito pontos, com estações telemétricas que transmitem em tempo real dados de chuva e níveis dos rios via satélite, associada a um sistema de recepção de dados e previsão de níveis. **O Sistema de Alerta prevê, com antecipação de 10 horas, o nível que o Rio Caí atingirá nas cidades gaúchas de São Sebastião do Caí e Montenegro.**

A partir do monitoramento e da previsão hidrológica, as informações são divulgadas através do site do SGB/CPRM e os boletins de previsão são encaminhados para o Cemaden, ANA, Cenad, defesas civis municipais e estaduais, conforme protocolo estabelecido pela Portaria nº 148 de 18 de dezembro de 2013, de modo que sejam tomadas as medidas necessárias para a redução dos prejuízos pessoais e materiais causados pelas inundações.

5. PERÍODO

janeiro a dezembro de 2021

6. TIPO DE DESTAQUE QUE O PRODUTO OU SERVIÇO DEVE TER EM 2021 EM RELAÇÃO ÀS SEGUINTE CATEGORIAS

a) Social – A região mais impactada pelas inundações é o baixo Caí, onde residem aproximadamente 90 mil habitantes nas cidades de São Sebastião do Caí e Montenegro. As inundações de caráter rápido e frequente trazem consequências negativas à população, como a perda de vidas e bens materiais, bem como a paralisação de equipamentos públicos. **Os produtos gerados pelo SAH-Caí (previsões hidrológicas) possibilitam às instituições competentes, pelo gerenciamento de risco (defesas civis), antecipação em suas ações, permitindo a redução dos danos materiais e a proteção da vida humana.**

b) Ambiental – Um dos produtos gerados pelo SAH-Caí é o monitoramento hidrológico contínuo, com dados de alta resolução da bacia hidrográfica. A série histórica gerada pode ser utilizada para diversas finalidades, como melhorar a compreensão do impacto das ações humanas no comportamento hidrológico da bacia ao longo do tempo, **possibilitando a execução de ações de zoneamento do solo, drenagem urbana, entre outras, com a finalidade de redução de impactos ambientais de caráter negativo na região.**

c) Econômico – 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. A partir de um comparativo entre os prejuízos econômicos, decorrentes dos eventos hidrológicos no ano de 2021, que potencialmente poderiam ser evitados pela operação do sistema e o investimento necessário para sua implementação e manutenção, no mesmo período, é possível determinar a relação entre investimento e prejuízo evitado proporcionada pela medida.

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 o nível socioeconômico da região. Para a quantificação dessas variáveis, se faz necessária a elaboração de mapas de inundação, com o intuito de determinar a área afetada por cada nível observado durante um evento hidrológico extremo.

Os principais danos, que podem ser evitados por um sistema de alerta, são os de conteúdo (DC) das residências (Silva, 2019), obtidos para um determinado nível de inundação a partir da seguinte formulação:

$$DC=0,5.Cip.Fm .Ua .Pdc^{(1)}$$

Onde:

DC: dano relativo ao conteúdo das residências [R\$];

0,5: Fator de depreciação por tempo de uso do conteúdo;

Cip: custo do conteúdo do imóvel padrão [R\$];

Fm: fator de multiplicação (obtido em virtude da classe socioeconômica do imóvel atingido);

Ua: unidades atingidas;

Pdc: percentual de dano ao conteúdo (obtido em fator da profundidade de submersão).

Outro fator que pode ser considerado são os custos evitados com mobilizações desnecessárias da defesa civil local em situações onde os níveis de alerta são atingidos, mas o sistema consegue prever a não ocorrência do evento extremo. Os custos de mobilização (CM) podem ser obtidos juntamente com a defesa civil local e prefeituras. Para fins de simplificação, considerou-se na análise o custo com a remoção das famílias atingidas no primeiro nível de inundação como custo de mobilização:

$$\mathbf{CMe=CR*Uai} \text{ (2)}$$

CMe: Cu CMe: Custo de mobilização evitado [R\$];

CR: Custo de remoção de uma família (estimado como 50% do valor médio do transporte de uma mudança na região);

Uai: Unidades habitacionais atingidas no primeiro nível de inundação.

De forma simplificada, podemos considerar que os principais prejuízos potencialmente evitados (PPE) pela atuação de um sistema de alerta podem ser obtidos pelo somatório dos danos ao conteúdo e os custos de mobilização evitados durante o ano de operação:

$$\mathbf{PPE=DCa+ CMe} \text{ (3)}$$

Onde:

PPE: prejuízo potencialmente evitado durante o ano de operação [R\$];

DCa: Somatório dos danos ao conteúdo das residências durante o ano de operação[R\$];

CMe: Somatório dos custos de mobilização evitados durante o ano de operação[R\$].

A quantificação do total de recursos financeiros aportados na operação do SAH-Caí, no ano de 2021, 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.

O gasto com pessoal levou em consideração a tabela salarial da equipe atual envolvida diretamente no projeto e utilizou fatores de ponderação de acordo com o tempo de trabalho comprometido mensalmente por 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 à manutenção predial decorrente da execução da atividade, fração dos custos com pessoal administrativo, seguros, entre outros.

O investimento necessário para operação do SAH-Caí, ao longo do ano de 2021, pode ser obtido a partir da seguinte formulação:

$$IO = (In + Op + Gp) \cdot Ci^{(3)}$$

Onde:

IO: Investimento necessário para operação do SAH-Caí ao longo do ano de 2021 [R\$];

In: Valores aplicados a título de investimentos (aquisição de equipamentos) [R\$];

Op: Valores aplicados a título de custeio (diárias de campo e material de consumo) [R\$];

Gp: Somatório de salários e encargos sociais da equipe envolvida diretamente no projeto, considerando o percentual de dedicação ao longo do ano de 2021 [R\$];

Ci: Aplicação de fator de multiplicação de 1,10 a título de custos indiretos.

Por fim, é possível obter a relação entre o prejuízo potencialmente evitado e o investimento necessário para a operação do sistema de alerta durante o ano de 2021. Essa relação indica quanto prejuízo pode ser evitado para cada real investido na operação do sistema. Pode ser obtido a partir da seguinte formulação:

$$RPI = PPE/IO^{(4)}$$

Onde:

RPI: Relação entre o prejuízo potencialmente evitado e o investimento necessário no ano de 2021 [R\$];

PPE: Prejuízo potencialmente evitado ao longo do ano de 2021 [R\$];

IO: Investimento necessário para operação do SAH-Caí ao longo de 2021 [R\$].

Os valores calculados para a operação durante o ano de 2021 são de:

Prejuízo potencialmente evitado

R\$ 1.347.000,00

É importante destacar que os valores apresentados são estimativas, podendo diferir dos valores reais, uma vez que a metodologia empregada não considera todas as topologias de danos existentes e custos relativos à remoção e à realocação das famílias, em virtude da escassez de dados que permitam uma adequada valoração.

7. PÚBLICO-ALVO:

Defesas civis estadual e municipal, corpo de bombeiros, bem como toda a população dos municípios atingidos, sendo mais beneficiadas as pessoas que moram próximo às áreas impactadas.

8. ABRANGÊNCIA GEOGRÁFICA DA AÇÃO:

A ação beneficia diretamente os municípios de São Sebastião do Caí-RS e Montenegro-RS. Indiretamente seus impactos podem ser sentidos no âmbito estadual e federal, uma vez que a demanda por recursos financeiros para mitigação e recuperação dos danos acaba recaindo sobre essas esferas. Adicionalmente, os subprodutos gerados pelo sistema, como o monitoramento hidrológico, podem ser utilizados para diversas finalidades por toda a população da bacia, reunida em **41 municípios, sendo composta por aproximadamente 660 mil habitantes.**

9. ADOÇÃO:

Número de boletins emitidos	2
Número de relatórios disponibilizados	2
Número de municípios atendidos	2
Número de pessoas beneficiadas	91.680

10. PLANO ORÇAMENTÁRIO:

ACÇÃO - PPA: Informações de Alerta de Cheias e Inundações, Fonte: 100

11. MAIS INFORMAÇÕES:

http://www.cprm.gov.br/sace/index_bacias_monitoradas.php?getbacia=bcai

HISTÓRICO DE MÉDIO E LONGO PRAZO - 2012-2021

1. PERÍODO DA SÉRIE HISTÓRICA

2012 a 2021

2. CÁLCULO ECONÔMICO

O cálculo dos valores já foi apresentado e os valores foram corrigidos através de 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 temporariamente. Os valores calculados durante o período de operação (2012-2021) podem ser observados nos Gráficos 01, 02 e 03.

Prejuízo potencialmente evitado ao longo da operação do (SAH-Caí)

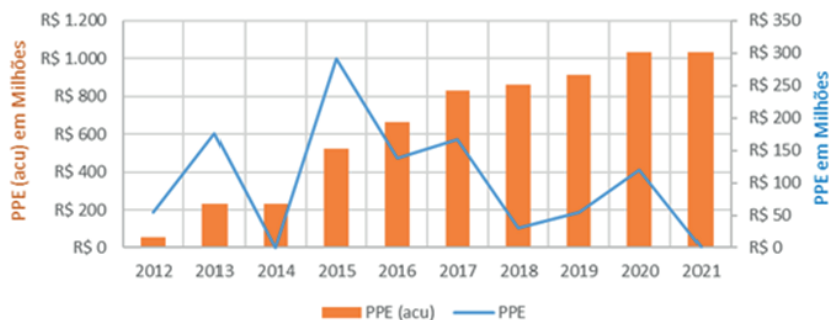


Gráfico 1 - Prejuízo potencialmente evitado durante o ano de operação - PPE e Prejuízo potencialmente evitado acumulado ao longo do tempo - PPE(acu)

Investimento na operação do SAH-Caí ao longo do tempo

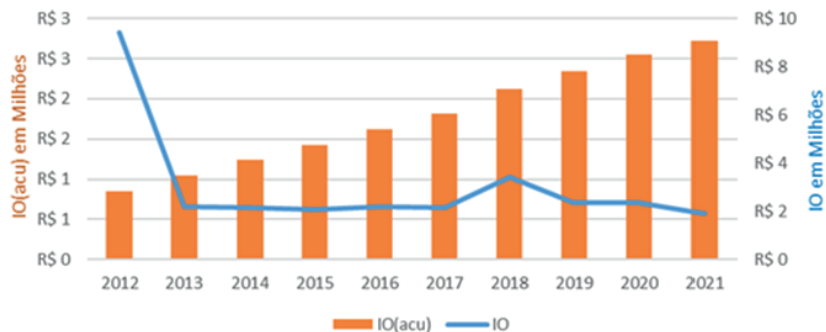


Gráfico 2 - Investimento anual na operação do SAH-Caí - IO e Investimento na operação do SAH-Caí acumulado ao longo do tempo - IO(acu). Os investimentos praticados em anos anteriores ao início da operação foram agregados ao ano de 2012.

Relação entre o prejuízo potencialmente evitado e o investimento necessário ao longo do tempo

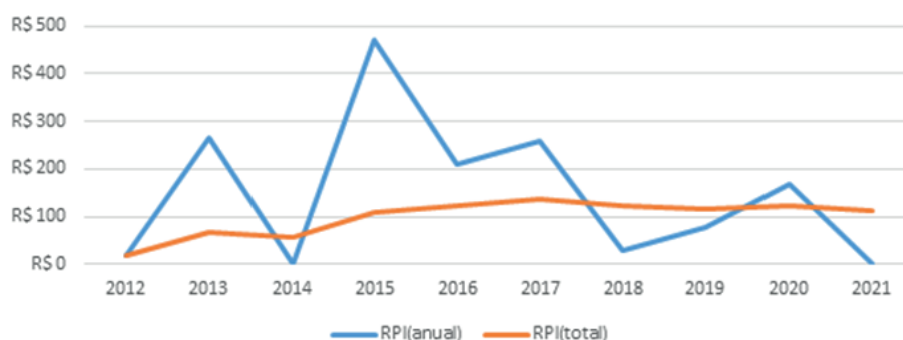


Gráfico 3 - Relação entre o prejuízo potencialmente evitado e o investimento necessário para operação do sistema durante o ano de operação – RPI (anual) e Relação entre o prejuízos potencialmente evitados e o investimento necessário para operação do sistema acumulados ao longo do tempo – RPI(total)

É importante destacar que os valores apresentados são estimativas podendo diferir dos valores reais, uma vez que a metodologia empregada não considera todas as topologias de danos existentes e custos relativos à remoção e à realocação das famílias, em virtude da escassez de dados que permitam uma adequada valoração.

3. ADOÇÃO (2012 - 2021):

Número de boletins emitidos	2
Número de eventos onde houve atuação do sistema	26
Número de municípios atendidos	2
Número de pessoas beneficiadas	91.680

4. ANÁLISE HISTÓRICA:

http://www.cprm.gov.br/sace/index_bacias_monitoradas.php?getbacia=bcai

5. LÍDER:

Emanuel Duarte (emanuel.duarte@cprm.gov.br)