

**Lara Cruz Nonnemacher**

**ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA PREVISÃO  
DE CHEIAS NO RIO GRANDE DO SUL**

Porto Alegre  
Maio de 2021

**LARA CRUZ NONNEMACHER**

**ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA PREVISÃO  
DE CHEIAS NO RIO GRANDE DO SUL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO APRESENTADO  
AO INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS  
DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE  
DO SUL COMO PARTE DOS REQUISITOS PARA  
A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE ENGENHEIRO  
HÍDRICO.

**Orientador: Fernando Mainardi Fan**

Porto Alegre

Maio de 2021

### CIP - Catalogação na Publicação

Nonnemacher, Lara  
Avaliação da viabilidade econômica da previsão de  
cheias no Rio Grande do Sul / Lara Nonnemacher. --  
2021.  
101 f.  
Orientador: Fernando Fan.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto  
de Pesquisas Hidráulicas, Curso de Engenharia Hídrica,  
Porto Alegre, BR-RS, 2021.

1. Custo-benefício . 2. Inundações. I. Fan,  
Fernando, orient. II. Título.

Lara Cruz Nonnemacher

Análise da Viabilidade Econômica da Previsão de Cheias no Rio Grande do Sul

Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Hídrica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul defendido e aprovado em 19/05/2021 pela Comissão Avaliadora constituída pelos professores:

Prof. Dr. Fernando Mainardi Fan  
Orientador

Banca Examinadora:

.....  
Prof. Dr. Walter Collischonn – Instituto de Pesquisas Hidráulicas/UFRGS

.....  
Prof. Dr. Maurício Paixão – Instituto de Pesquisas Hidráulicas/UFRGS

.....  
Eng. Sofia Royer Moraes – Instituto de Pesquisas Hidráulicas/UFRGS

Dedico este trabalho aos meus pais, Pedro e Marilda, e às minhas irmãs, Nouara e Lúcia, por serem a melhor família que eu poderia sonhar.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente aos meus pais, os quais, além da vida, me proporcionaram todo o incentivo e oportunidades para estudar e me desenvolver como pessoa. Às minhas irmãs Nouara, meu maior exemplo de coragem cotidiana, e Lúcia, que é a pessoa que mais me ensinou na vida, mesmo sem falar uma única palavra.

A todos os meus amigos, desde aqueles que me acompanham há anos até os que conheci ano passado. Vocês são suporte, incentivo e amor constantes na minha mente.

Aos professores que tive ao longo da vida, sou extremamente grata aos ensinamentos que vocês me passaram, não existiria esse trabalho sem vocês. Agradeço especialmente aos meus professores da graduação, os quais me apresentaram esse curso incrível que é a Engenharia Hídrica.

Ao professor Masato Kobiyama por me oportunizar e orientar em uma bolsa de iniciação científica, onde obtive aprendizados e vivências que levarei para a vida.

Ao professor Fernando Fan por aceitar ser meu orientador neste trabalho, dedicando tempo e empenho para que eu conseguisse desenvolver a pesquisa com todo o suporte que necessitei. Agradeço também por ter sido um professor tão empenhado em fazer com que cada aluno aprendesse ao máximo e da forma mais interessante possível em todas as disciplinas lecionadas.

Por fim, agradeço à Universidade Federal do Rio Grande do Sul, a qual segue lutando para continuar fornecendo ensino público e de excelência apesar dos constantes ataques governamentais à educação pública, seja por cortes de verba, seja por discursos vazios e estereotipados. Tenho muito orgulho de fazer parte da tua história, UFRGS, retornarei à sociedade os conhecimentos concebidos por ti.

A educação é a arma mais poderosa para  
mudar o mundo.

*Nelson Mandela*

## RESUMO

**NONNEMACHER, L.C. Análise da Viabilidade Econômica da Previsão de Cheias no Rio Grande do Sul.** Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Hídrica) – Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2021.

Devido ao desenvolvimento da sociedade se dando a partir das margens de rios, desastres naturais causados por inundações ocorrem frequentemente ao redor do mundo, gerando elevados prejuízos econômicos e sociais. Para a redução de prejuízos, sistemas de alerta realizam o monitoramento e previsão de inundações. O presente estudo propõe-se a analisar a viabilidade econômica da instalação de um sistema de alerta no Rio Grande do Sul, considerando dois cenários distintos: o Cenário I considera a instalação de uma nova rede de estações hidrometeorológicas e o Cenário II considera o uso de dados já disponíveis. Ambos consideram o desenvolvimento e operação do sistema de alerta. Os resultados foram obtidos conforme as medidas de proteção tomadas após o alerta, relacionadas ao percentual de prejuízos evitados, sendo 36,68% o maior valor possível (Pappenberger et al., 2015), e conforme a taxa de acertos das previsões realizadas pelo modelo. Considerou-se uma taxa inicial de acertos das previsões de 55%. Calculando-se para um período de vinte anos a partir do início do sistema, com a taxa de acertos para este período evoluindo 0, 10, 20 e 30%, os piores resultados para os Cenários I e II foram de, respectivamente, 81 e 191 reais economizados para cada real investido, e os melhores foram de 125 e 295 reais economizados.

Palavras-chave: cheias; custo-benefício; inundações; desastres naturais.



## ABSTRACT

**NONNEMACHER, L.C. Economics Viability Analysis of Floods Forecast at Rio Grande do Sul.** Monograph (Engineering of Water Resources) – Hydraulic Research Institute. Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Caused by the development of the society around rivers, natural hazards caused by floods occur frequently around the world, causing elevated economic and social losses. For loss reduction, warning systems perform flood monitoring and forecasting. The present study's goal is analyzing the economic viability of the installation of a warning system for Rio Grande do Sul, considering two distinct scenarios: Scenario I considers the installation of a new network of hydrometeorological stations and Scenario II considers using already available data. Both of them consider the development and operation of the warning system. Results were obtained according to the protection measures taken after the warning, related to the percentage of avoided losses, being 36.68% the biggest possible value (Pappenberger et al., 2015), and according to the hit rate of predictions made by the model. It was considered an initial hit rate of 55%. Calculating for a twenty-year period counting from the beginning of the system, with improvement of hit rate for this period of 0, 10, 20 and 30%, the worst results for Scenarios I and II were, respectively, 81 and 191 reais saved for each real invested, and the best were 125 and 295 saved.

Key words: floods; cost-benefit; natural hazards.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Representação do limite de inundação (Fonte: TUCCI, 2005).....	11
Figura 2. Mortalidade anual por inundações por milhão de habitantes por país (Fonte: Alfieri et al., 2020).....	13
Figura 3. Precipitação média mensal em Manaus. ....	14
Figura 4. Vazão média mensal em Manaus, AM. ....	15
Figura 5. Precipitação mensal média em Fortaleza, CE.....	16
Figura 6. Precipitação mensal média em Cuiabá, MT.....	17
Figura 7. Precipitação mensal média em São Paulo, SP. ....	18
Figura 8. Precipitação total mensal em 2015, ano de cheia intensa em Porto Alegre, RS.....	21
Figura 9. Fluxograma sobre medidas de prevenção a inundações. ....	22
Figura 10. Extensão do sistema de diques de Porto Alegre, RS (Fonte: G1, 2010).....	23
Figura 11. Parque Marinha do Brasil, parte do sistema de diques de Porto Alegre (Fonte: CURY, 2014).....	23
Figura 12. Muro da Mauá, dique na região central de Porto Alegre (Fonte: JORNAL DO COMÉRCIO, 2018).....	24
Figura 13. Muro da Mauá atuando como contenção na cheia de 2015 (Fonte: METROPLAN, 2018).....	24
Figura 14. Reservatório em Fortaleza, CE (Fonte: GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ, 2020).....	25
Figura 15. Canal de desvio (Fonte: BORBA, 2015).....	25
Figura 16. Projeto de retificação do rio Pinheiros (Fonte: LEAL, 2011).....	26
Figura 17. Faixas de zoneamento de áreas inundáveis: (1) zona da passagem de enchentes; (2) zona com restrições; (3) zona de baixo risco (Fonte: CORDERO et al.).....	27
Figura 18. Mapa com os locais de medição e seus riscos de inundação conforme a cor (Fonte: GloFAS, 2020). ....	30
Figura 19. Exemplo de mapa disponibilizado pelo EFAS (Fonte: SMITH et al., 2018). ....	32
Figura 20. Pontos monitorados pelo NOAA com a cor correspondente ao grau de risco de inundação (Fonte: NOAA, 2020). ....	32
Figura 21. Dados de níveis da água medidos classificados conforme o estágio de risco (Fonte: SAISP, 2020).....	35
Figura 22. Classificação conforme o estágio de risco (Fonte: INEA, 2020).....	36
Figura 23. Organograma da metodologia utilizada para o trabalho. ....	42
Figura 24. Localização do estado do Rio Grande do Sul. ....	43
Figura 25. Rede hidrometeorológica automática com dados de vazão (Fonte: ANA, 2020).....	47
Figura 26. Áreas urbanas do Rio Grande do Sul. ....	50
Figura 27. Declividades do Rio Grande do Sul.....	51

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Registros de enchentes por bacia hidrográfica do Rio Grande do Sul (Fonte: WOLLMANN, 2014). .....	20
Tabela 2. Componentes de um Sistema de Alerta Prévio (Fonte: COWAN et al., 2014). .....	29
Tabela 3. Análise de sensibilidade da taxa de custo-benefício quanto à porcentagem de danos evitados devido ao alerta antecipado (Fonte: Pappenberger et al, 2015). .....	40
Tabela 4. Análise de sensibilidade da taxa de custo-benefício estimada com a porcentagem de danos evitados devido ao alerta antecipado fixado em 32,85% (Fonte: Pappenberger et al, 2015). .....	41
Tabela 5. Densidade de estações para cada necessidade e contexto da OMM, área em km <sup>2</sup> por estação (Fonte: OMM, 2008). .....	45
Tabela 6. Custos totais com remediação de impactos gerados por inundações. ....	48
Tabela 7. Perdas humanas contabilizadas nos eventos de inundação. ....	49
Tabela 8. Número de estações telemétricas necessárias. ....	52
Tabela 9. Custo para desenvolvimento do sistema – projeto de consultoria com duração de um ano. ....	55
Tabela 10. Custo para operação do sistema de previsão - projeto contínuo mensal .....	56
Tabela 11. Porcentagem de danos evitados devido a cada medida protetora (Adaptado de Pappenberger et al., 2015). .....	57
Tabela 12. Custo-benefício dos cenários conforme medidas de proteção tomadas após o alerta. ....	59
Tabela 13. Custo-benefício previsto em 20 anos de utilização de cada cenário considerando evoluções no sistema. ....	59

## **LISTA DE SIGLAS**

ANA: Agência Nacional de Águas

BH: Belo Horizonte

CPRM: Serviço Geológico do Brasil

DAEE: Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo

ECMWF: European Commission e o European Centre for Medium-Range Weather Forecasts

EFAS: European Flood Awareness System

ES: Espírito Santo

EUSF: European Union Solidarity Fund

FAPESP: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo

FCTH: Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica

GloFAS: Global Flood Awareness System

INEA: Instituto Estadual do Ambiente

MG: Minas Gerais

NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration

OMM: Organização Mundial de Meteorologia

PCDs: Plataformas de Coletas de Dados Automáticos

PR: Paraná

RHNR: Rede Hidrometeorológica Nacional de Referência

RJ: Rio de Janeiro

RS: Rio Grande do Sul

SACE: Sistema de Alerta de Eventos Críticos

SAHs: Sistemas de Alerta Hidrológicos

SAISP: Sistema de Alerta a Inundações de São Paulo

SC: Santa Catarina

SEMA: Secretaria de Meio Ambiente do Rio Grande do Sul

SINDEC: Sistema Nacional de Defesa Civil

SISMOPAN: Sistema de Monitoramento e Alerta de Inundações e Secas no Pantanal

SNIRH: Sistema Nacional de Informações sobre os Recursos Hídricos

SP: São Paulo

TED: Termo de Execução Descentralizada

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>8</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>10</b>
<b>2.1 Objetivo Geral</b> .....	<b>10</b>
<b>2.2 Objetivos Específicos</b> .....	<b>10</b>
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>11</b>
<b>3.1 Conceitos</b> .....	<b>11</b>
<b>3.2 Histórico</b> .....	<b>12</b>
3.2.1 Desastres naturais causados por cheias no mundo .....	12
3.2.2 Desastres naturais causados por cheias no Brasil .....	13
<b>3.3 Medidas de prevenção a inundações</b> .....	<b>21</b>
3.3.1 Medidas estruturais .....	22
3.3.2 Medidas não-estruturais .....	26
<b>3.4 Sistemas de alerta contra inundações</b> .....	<b>28</b>
3.4.1 Exemplos de sistema de alerta pelo mundo .....	29
3.4.2 Exemplos de sistemas de alerta utilizados no Brasil .....	33
<b>3.5 Estudos prévios sobre custo-benefício de sistemas de alerta</b> .....	<b>38</b>
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	<b>42</b>
<b>4.1 Área de estudo</b> .....	<b>42</b>
<b>4.2 Levantamento de custos dos impactos</b> .....	<b>43</b>
<b>4.3 Levantamento de custos para a previsão de eventos</b> .....	<b>44</b>
4.3.1 Cenário I: investimentos em equipamentos e modelagem .....	44
4.3.2 Cenário II: investimentos apenas em modelagem .....	45
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>48</b>
<b>5.1 Custo dos impactos</b> .....	<b>48</b>
<b>5.2 Custo relativos à instalação e manutenção de rede hidrometeorológica</b> .....	<b>50</b>
<b>5.3 Custos com desenvolvimento e operação do sistema de previsão</b> .....	<b>54</b>
<b>5.4 Custo-benefício para os cenários</b> .....	<b>57</b>
<b>5.5 Discussões</b> .....	<b>60</b>
<b>6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b> .....	<b>61</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>63</b>
APÊNDICE A – Eventos de inundações nos municípios gaúchos .....	70
ANEXO A – Orçamento da importação de estações meteorológicas .....	81
ANEXO B – Orçamento da compra de equipamentos pela Agência Nacional de Águas .....	82
ANEXO C – Honorários de Engenheiros da Associação Catarinense dos Engenheiros Ambientais .....	83

## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento urbano de toda civilização sempre foi diretamente ligado aos recursos hídricos, em qualquer contexto histórico ou geográfico. Portanto, o comportamento de rios e demais corpos d'água que circundam concentrações urbanas possui relação direta com o bem-estar socioeconômico desses locais, tendo grande potencial para impactos positivos ou negativos na sociedade. Ao mesmo tempo em que se possui esse conhecimento, presencia-se inúmeros eventos de destruição devido a fenômenos naturais relacionados à água, como inundações. Frequentemente, noticiários exibem novos relatos de comunidades afetadas por inundações em diferentes graus, mais ou menos severas. Os prejuízos podem ser econômicos, como destruição de casas e bens, ou sociais, indo de propagação de doenças e ferimentos até mortes.

Uma das maneiras de reduzir impactos gerados por cheias é a previsão de ocorrências através de modelos. Em 2015, Pappenberger et al. analisaram a viabilidade econômica de investir em previsões de cheias na Europa utilizando o sistema já existente EFAS (European Flood Awareness System). O EFAS tem o papel de fornecer as probabilidades de inundações para as autoridades europeias responsáveis com cerca de dez dias de antecedência do possível evento, o que é realizado diariamente através de simulações rodadas duas vezes por dia para cerca de 138 pontos de análise.

A partir de considerações sobre a taxa de acertos do sistema de previsão, das medidas tomadas após a emissão do alerta e da base de dados utilizada (EFAS ou EM-DAT), foram gerados 19 cenários para análise. Ao fim do estudo, obtiveram uma faixa de variação de custos-benefícios que vão de um euro investido para uma economia de 4 euros, no cenário que considera a manutenção do curso d'água como a única medida protetora tomada após o alerta, a 409 euros, considerando a melhoria do sistema de previsão e o máximo de medidas protetoras possíveis.

Motivada por estudos como este, surge a questão da viabilidade de sistemas de previsão no Rio Grande do Sul, a partir de custos e benefícios da sua aplicação. No Brasil, há também diversos sistemas diferentes de previsão de cheias utilizados em cada estado. Silva e Buffon (2020) realizaram a avaliação econômica do Sistema de Alertas Hidrológicos (SAH) da bacia do rio Caí entre 2009 e 2020. Nesse estudo, foi feita a avaliação da efetividade pública e do impacto econômico causado pela operação do SAH após onze anos da sua implementação. Os resultados

obtidos indicaram que o SAH da bacia do rio Caí proporcionou uma relação positiva quanto à sua capacidade de prevenção a danos e redução de prejuízos, apresentando melhor desempenho que outras medidas de prevenção analisadas.

No entanto, ainda não há nenhum estudo abrangente sobre a viabilidade econômica como feito para a Europa por Pappenberger et al. (2015). O Rio Grande do Sul é cenário de diversos e recorrentes eventos de inundação, fazendo-se importante o estudo de diversos métodos que visem a diminuição dos impactos.

O maior evento registrado no Rio Grande do Sul pode ser considerado o ocorrido no ano de 1941, com a maior inundação da história da capital Porto Alegre, com nível de pico atingindo 4,75 metros contra a referência de 3,00 metros do Cais do Porto (SILVEIRA, 2020), e que deu início a um processo de atualização. Essa cheia foi uma das motivações para a alteração de toda a estrutura de proteção contra inundações da cidade. O evento mais recente ao presente trabalho registrado no estado do Rio Grande do Sul se passou em 2020, no início de julho, quando a cheia do rio Taquari afetou dezenas de municípios, desabrigando centenas de famílias e desalojando tantas outras. Nesse evento, estimativas de entidades locais apontaram que as perdas econômicas foram de pelo menos R\$ 100 milhões, sendo o município de Encantado o mais afetado, com perdas de pelo menos R\$ 50 milhões (A HORA, 2020).

Pode-se argumentar que o problema, no entanto, não é a cheia natural dos rios isoladamente, mas sim as ocupações urbanas e rurais que poderão ser atingidas por ela. Quando determinado fenômeno natural atinge alguma pessoa, seja física ou economicamente, caracteriza-se como um desastre natural, os quais podem e devem ser minimizados. O crescimento acelerado da urbanização nas planícies de inundação, somado à ausência de planejamento e ordenamento territorial são alguns dos fatores que têm agravado os efeitos desses fenômenos no Brasil nas últimas décadas (MAFFRA & MAZZOLA, 2007).

O presente trabalho traz uma análise da viabilidade econômica da previsão de cheias no estado do Rio Grande do Sul, com o objetivo de estabelecer relações de custo-benefício do investimento em boas previsões.



## **2 OBJETIVOS**

Os objetivos deste trabalho estão classificados em geral e específicos, apresentados a seguir.

### **2.1 Objetivo Geral**

Determinação da viabilidade econômica de um sistema de previsão de cheias a partir da estimativa do custo-benefício da sua implantação usando informações sobre desastres naturais ocorridos no Rio Grande do Sul causados por eventos de cheias.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Avaliar qual o impacto econômico anual causado por eventos de cheias em grandes rios em todo o Rio Grande do Sul;
- Avaliar os custos necessários em investimentos com previsões de vazão para o território do RS, em cenários com e sem investimento em coleta de dados;
- Avaliar qual o custo-benefício de um sistema de previsão no RS assumindo cenários de incerteza nas previsões e com e sem investimento em coleta de dados.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão abordados conceitos e assuntos importantes para a compreensão e contextualização completa do alvo de estudo da presente pesquisa. São contemplados aqui o histórico de desastres naturais causados por cheias, sistemas de prevenção, sistemas de alerta e estudos prévios de custo-benefício de sistemas de alerta.

#### 3.1 Conceitos

O presente estudo será desenvolvido tendo como base os eventos causados por inundações, conceito frequentemente confundido com alagamentos urbanos e enchentes. Esse item terá como objetivo esclarecer tais conceitos.

Primeiramente, deve-se saber que a seção transversal de um rio se divide em duas partes: calha e planície de inundação. Durante a maior parte do tempo observa-se uma vazão que alcança determinado nível. Quando o nível da água sobe e alcança o nível máximo da calha, sem ultrapassá-lo, ocorre o que se denomina “enchente”. Quando a água ultrapassa o nível máximo da calha do rio, atingirá uma região intitulada “planície de inundação”, ocasionando a chamada “inundação”, como apresentado na Figura 1.



Figura 1. Representação do limite de inundação (Fonte: TUCCI, 2005).

Já os alagamentos tratam-se de fenômeno bem diferentes, ocorrendo quando uma determinada precipitação sobrecarrega o sistema de drenagem urbana de determinado local, fazendo com que a água se acumule.

Enquanto alagamentos têm como maior causador um sistema de drenagem insuficiente, desastres relacionados a inundações ocorrem principalmente devido à ocupação de locais de risco. Com isso, conclui-se que os desastres ocorridos pelo segundo fenômeno poderiam ter impacto significativamente menor caso as áreas de risco fossem desocupadas antes da cheia do rio.

## **3.2 Histórico**

A fim de compreender a dimensão mundial e regional dos desastres causados por cheias, esse item realizará uma breve revisão sobre o histórico desses eventos.

### **3.2.1 Desastres naturais causados por cheias no mundo**

Inundações já causaram inúmeros desastres com perdas econômicas e humanas ao redor do mundo, com maiores ou menores frequências e intensidades. Segundo Reis et al. (2014), os eventos de inundações são responsáveis por cerca de 55% dos desastres naturais ocorridos no mundo e 72,5% das perdas econômicas.

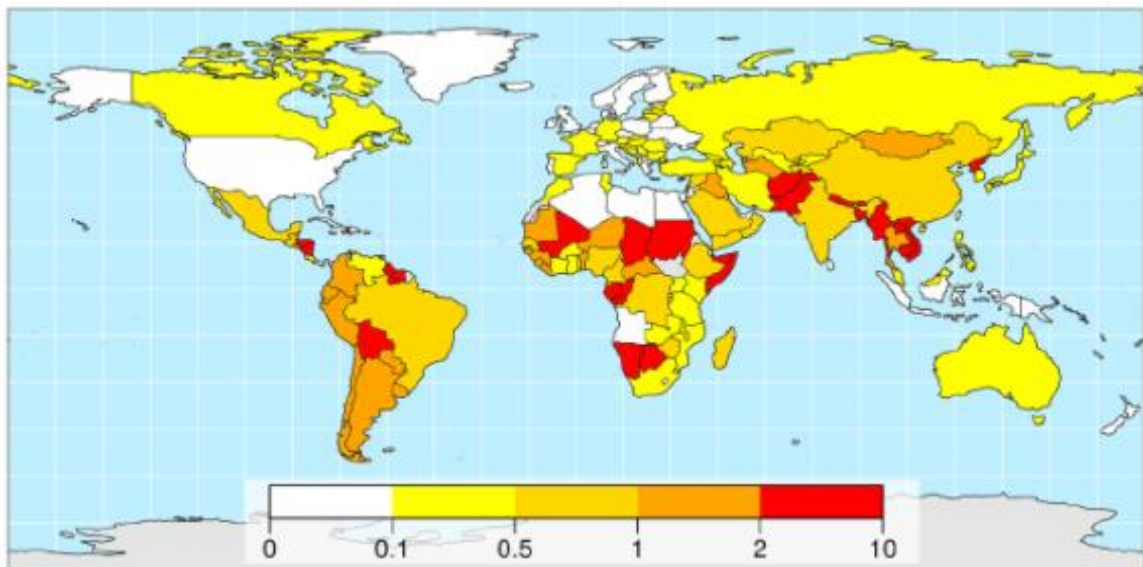
Um dos primeiros grandes eventos registrados foi o que viria a ser conhecido como “the great drowning of men”, uma inundação em várias partes da Europa devido à elevação do nível do Mar do Norte em 1362, causando os piores danos na Holanda, Alemanha e Dinamarca. Estima-se que morreram de 25 mil a 100 mil pessoas nesse evento.

Em 1927, o nível da água do rio Mississipi, segundo maior rio em extensão dos Estados Unidos, elevou-se após meses de chuvas intensas, chegando a superar o previsto por sistemas de diques ao longo de todo o seu curso. Com isso, cerca de 65 mil km<sup>2</sup> foram inundados ao longo de sete estados do país, sendo Arkansas, Mississipi e Louisiana os mais afetados. Estima-se que foram cerca de 250 mortos e mais de um milhão de pessoas ficou sem casa.

Na Ásia, um dos maiores desastres dessa causa aconteceu na China, em 1931. Nessa ocasião, precipitações mais intensas do que as observadas elevaram o nível dos rios Yangtze, Yellow e Huai. A combinação da cheia dos três rios inundou uma área equivalente à Inglaterra, matando

milhares de pessoas afogadas e ainda mais devido à fome ou doenças como febre tifoide, cólera e disenteria.

Em 2020, Alfieri et al. desenvolveram um estudo que estima, dentre outros tópicos, as taxas de mortalidade sazonais devido a cheias de rios no mundo, evidenciando locais em que os impactos são muito baixos, como Estados Unidos, e outros em que são muito altos, como Bolívia (Figura 2).



**Figura 2.** Mortalidade anual por inundações por milhão de habitantes por país (Fonte: Alfieri et al., 2020).

### 3.2.2 Desastres naturais causados por cheias no Brasil

O Brasil é um país de dimensões continentais, o que permite grande variação em relação ao clima, à vegetação e ocupações urbanas. Dessa forma, conclui-se intuitivamente que a frequência e a intensidade dos eventos de inundações se darão de formas diferentes nas diferentes regiões. Tendo em vista essa ampla gama de condições, este item traz um histórico de desastres causados por cheias dividindo o país em diferentes regiões.

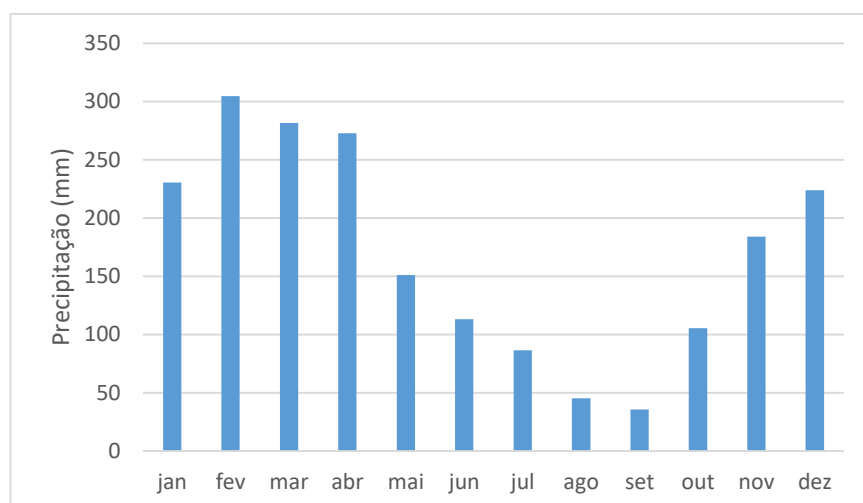
#### 3.2.2.1 Norte

A região Norte do Brasil engloba os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins, e é marcada pela presença da Amazônia, a maior floresta tropical do mundo, que engloba um dos maiores rios, o rio Amazonas. Suas cheias são sazonais, com os maiores níveis ocorrendo geralmente no mês de junho e os menores, em outubro ou novembro

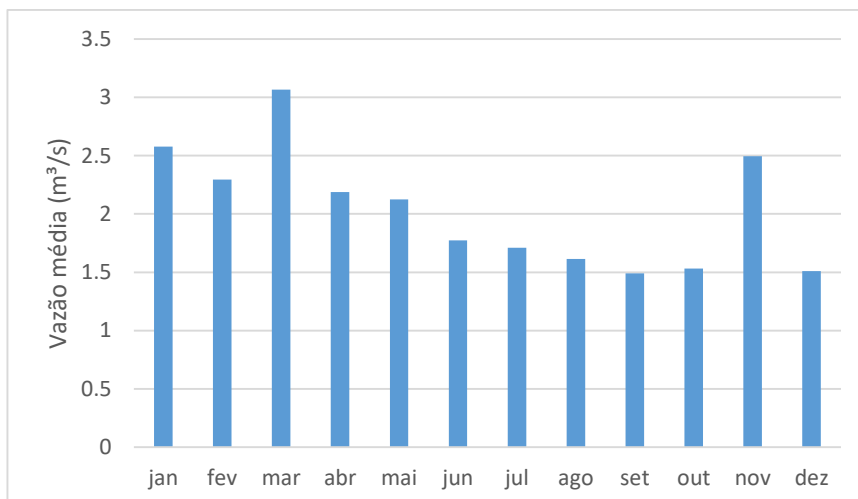
(RODRIGUES et al., 2015), conforme intui-se a partir das precipitações médias apresentadas na Figura 3 e confirmado pelas vazões médias apresentadas na Figura 4. Com isso, comunidades ribeirinhas tendem a ficar expostas a riscos de inundações anualmente.

As cheias que ocorrem na orla de Manaus e seu entorno são devidas, em sua maior parte, às contribuições do Rio Solimões e dos seus afluentes da margem direita e, em menor grau, aos tributários da margem esquerda. São cheias que apresentam um longo tempo de percurso, devido ao gigantesco tamanho da bacia hidrográfica e à pequena declividade observada nos leitos dos seus principais corpos d'água. Isto facilita a sua previsibilidade com vários dias de antecedência. A frequência de cheias de magnitudes consideradas potencialmente danosas, que se situa em torno de onze anos, pode ser creditada também à vastidão da bacia hidrográfica e a sua pequena declividade (SALES et al., 2009).

Pinto et al. (2009) analisou a relação da migração da população das áreas de várzea do Amazonas para Manaus e a ocorrência de inundações ribeirinhas na década de 1970, principalmente nos anos 71, 73, 74 e 76, por dez grandes cheias: sete atingiram cotas máximas entre 28 e 29 m sobre o nível do mar e três foram consideradas excepcionais, ultrapassando os 29 m. Esses fenômenos associados aos problemas decorrentes da desestruturação socioeconômica das populações ribeirinhas, especialmente de pecuaristas e agricultores, contribuíram para a migração das populações das várzeas para as sedes dos municípios mais próximos.



**Figura 3. Precipitação média mensal em Manaus, AM.**



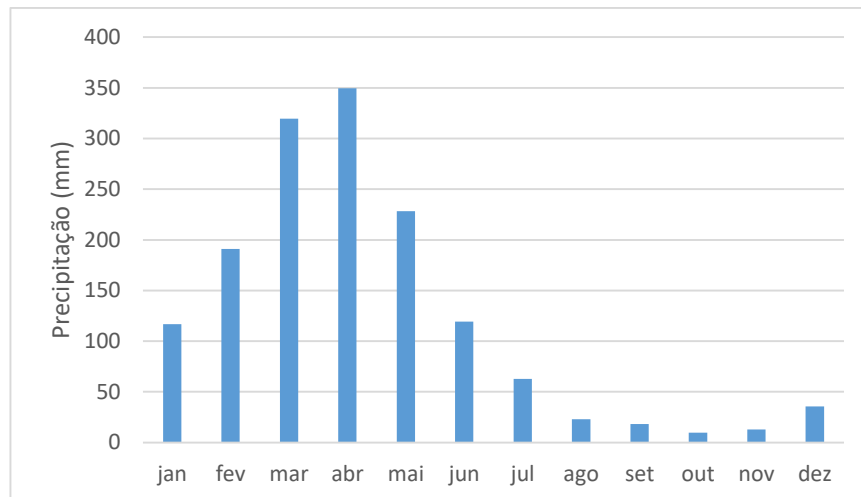
**Figura 4. Vazão média mensal em Manaus, AM.**

### 3.2.2.2 Nordeste

O Nordeste brasileiro sofre muito com períodos longos e intensos de estiagem, porém também sofre, em menor frequência e intensidade, com inundações ribeirinhas, como se pode intuir pelas precipitações médias apresentadas na Figura 5. Seus estados são Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe. Devido à grande diferença de impactos gerados, os períodos de seca da região são muito conhecidos, enquanto seus eventos de inundações são bem menos repercutidos.

Diversos desastres desse tipo ocorrem na região, como em Alagoas, onde nos últimos cem anos, sete grandes inundações ocorreram nas bacias dos rios Paraíba e Mundaú, em 1914, 1941, 1969, 1988, 1989, 2000 e 2010 (FREIRE et al., 2014). Freitas et al. (2009) afirmam que quando Fortaleza passa pelo período chuvoso de fevereiro a maio, podendo ser estendido até julho a chamada pós-estação, os recursos hídricos revelam sua capacidade de interferir na estrutura e funcionalidade urbana da cidade, tanto por cheias, desalojando milhares de famílias, quanto por alagamentos, trazendo sérios transtornos ao trânsito e conseqüentemente à dinâmica da cidade.

Outro exemplo é o caso de Pau dos Ferros, em Pernambuco, abordado por Costa (2010). Nesse município, ocorrem frequentes inundações devido ao seu desenvolvimento ter se dado às margens do rio Apodi e pela existência de dois importantes açudes a montante do centro urbano, 25 de Março e Pau dos Ferros. O estudo de Costa foca no evento ocorrido em 2004, quando uma grande inundação ocorreu no município, a partir de uma precipitação anual de 1.204 mm, o que equivale a 63,24% a mais do que a média para os anos de 1988 a 2008.



**Figura 5. Precipitação mensal média em Fortaleza, CE.**

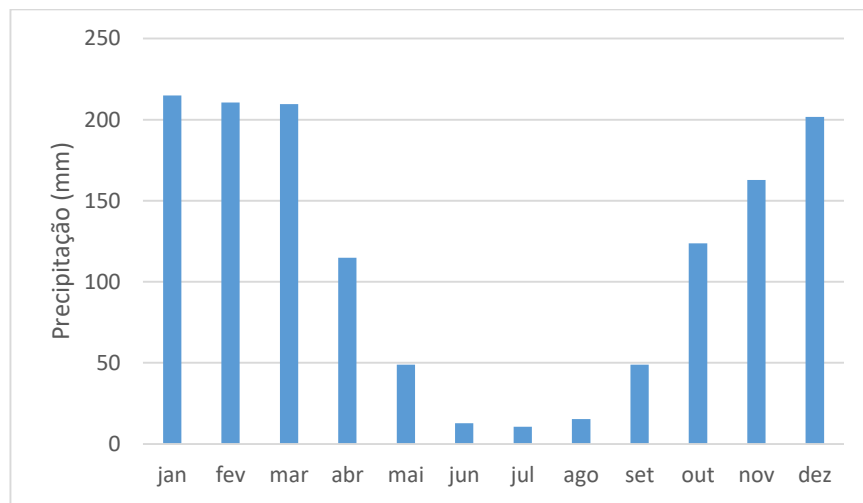
### 3.2.2.3 Centro-Oeste

Na região Centro-Oeste do país, abrangendo os estados de Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, as inundações possuem um importante papel no Pantanal, um dos mais importantes biomas brasileiros. No entanto, como o foco são os desastres naturais, o presente trabalho não se aprofundará nesse aspecto. Os sistemas atmosféricos atuantes na região Centro-Oeste levam à formação de dois períodos do clima: um seco, de abril a setembro, e um chuvoso, de outubro a março (BARROS, 2003), conforme observa-se na Figura 6.

Menezes Filho e Amaral (2013) analisaram o histórico da expansão urbana e a ocorrência de inundações em Cuiabá, Mato Grosso, no período de 1970 a 2010. A evolução urbana nesse município se deu às margens do rio Cuiabá com o crescimento ao longo do córrego da Prainha, que hoje se encontra com 75% do seu leito canalizado (CUIABÁ, 2008). Os anos que se destacaram foram 1974, quando a cota atingiu nos meses de janeiro, fevereiro e março, respectivamente, os valores de 7,5, 4,7 e 10,9 m, e 1995, quando a cota marcou, nos mesmos meses, os valores de 9,9, 10,6 e 4,5 m, onde considera-se inundação a partir de 5 m.

Rego e Barros (2013) analisaram as ocorrências de alagamentos e inundações no município de Goiânia a partir dos relatos da imprensa local e dos registros da Defesa Civil, a fim de observar se há uma relação entre os episódios pluviométricos extremos, o uso do solo e as inundações e alagamentos em Goiânia, além de levantar as áreas mais afetadas por estes eventos. Após a pesquisa, concluíram que houve grande aumento de casos de alagamentos e inundações, o qual

não ocorreu devido ao volume precipitado, no qual não foi percebida variação significativa, mas sim pela falta de infraestrutura nos locais onde ocorreram.



**Figura 6. Precipitação mensal média em Cuiabá, Mato Grosso.**

#### 3.2.2.4 Sudeste

Na região Sudeste, que compreende os estados de Espírito Santo (ES), Minas Gerais (MG), Rio de Janeiro (RJ) e São Paulo (SP), os eventos de inundação ocorrem com frequência muito maior nos meses de dezembro a março, período de verão, conforme pode-se deduzir a partir do regime de precipitação apresentado na Figura 7. Em janeiro e fevereiro de 2020, todos os estados da região registraram desastres intensos causados por inundações. Só o estado de Minas Gerais ultrapassou a marca de 211 municípios em situação de emergência, com mais de 26 mil desalojados e 7,5 mil desabrigados (ESTADO DE MINAS GERAIS, 2020).

O desenvolvimento urbano de Belo Horizonte (BH) se deu considerando muito pouco um possível impacto futuro das cheias desses cursos d'água, o que facilita a ocorrência de eventos como o de janeiro e fevereiro de 2020, em que dos 56 mortos em MG, 13 tenham sido em BH. As inundações são frequentes pela combinação entre o clima de chuvas muito intensas no verão e a urbanização que não considerou os riscos.

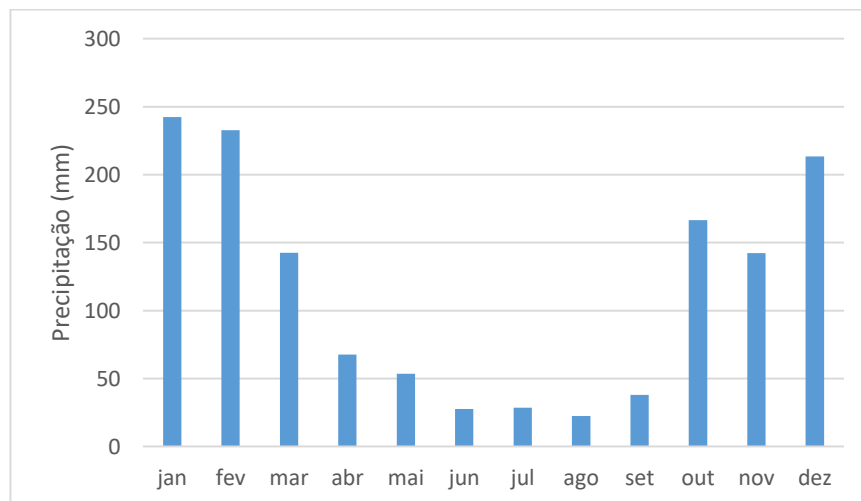
O evento também deixou uma marca grande no Espírito Santo, onde mais de 12 mil pessoas foram desalojadas em 27 municípios do estado, segundo o site G1 ES, incluindo nesses números regiões impactadas por inundações ou deslizamentos de terra, ambos ocasionados por chuvas muito intensas. Os impactos iniciaram na sul do estado mas se estenderam às regiões Norte e



Noroeste por causa do aumento dos níveis dos rios Guandu e Doce. No município de Colatina, o nível do rio Doce chegou a oito metros, onde a cota de inundação é de 6,20 m.

No estado do Rio de Janeiro, o evento também resultou em grandes estragos. Segundo o site G1, oito cidades do Norte e Noroeste do estado foram inundadas pela elevação dos níveis dos rios Muriaé, Itabapoana, Carangola e Pomba, somando mais de seis mil pessoas desalojadas. No RJ, as chuvas não foram tão intensas, porém as chuvas em MG e no ES elevaram muito o nível de rios que passam também pelo RJ, acontecendo a inundação mesmo com precipitação menor.

É importante ressaltar que esse evento do início de 2020 é apenas um exemplo de algo bastante recorrente na região Sudeste. Brollo et al. (2011) identificou, no período entre 2001 e 2011, que 235 municípios paulistas foram atingidos por inundações, 29 deles situados ao longo do vale do rio Paraíba do Sul, na porção leste do Estado de São Paulo.



**Figura 7. Precipitação mensal média em São Paulo, SP.**

### 3.2.2.5 Sul

A região Sul do Brasil é composta pelos estados do Paraná (PR), Rio Grande do Sul e Santa Catarina (SC). O clima nesta região é de umidade ao longo do ano todo, de forma que, diferentemente das regiões Sudeste e Centro-Oeste, o verão não é intensamente marcado por precipitações médias muito elevadas, quando ocorrem chuvas de curta duração e alta intensidade. No inverno, as chuvas possuem longa duração e intensidade mais baixa, gerando precipitações médias mais elevadas, especialmente no Rio Grande do Sul. No entanto, isso não

significa que não haja grande ocorrência de desastres causados por inundações, o que será bastante abordado no presente trabalho.

Meuer (2004) analisou o regime de cheias e gerou cartografias de áreas inundáveis na bacia do alto rio Paraná, em Porto Rico, PR. Ao longo do seu estudo, observou que no rio Ivinhema o período de cheias ocorre entre os meses de novembro e abril, com pico no mês janeiro, intercalado por um período de vazante entre os meses de maio e outubro. Observa-se, ainda, que os meses de novembro e dezembro são os que concentram o maior número de eventos de grande magnitude. Já no rio Paraná as estações fluviométricas de Porto São José e Porto Caiuá apresentaram comportamentos semelhantes entre si, onde é possível observar a existência de um período de cheias entre os meses de dezembro e maio, com pico no mês de fevereiro, intercalado por um período de vazante entre os meses de junho e novembro. Os meses de janeiro e fevereiro são os que concentram o maior número de eventos de grande magnitude. Fica evidenciado, portanto, que os meses de verão possuem maiores vazões e é o período em que ocorrem mais eventos de inundações.

Silveira e Kobiyama (2007) realizaram o levantamento, a partir de documentos históricos, de ocorrências de inundações no município de Joinville, o mais populoso de Santa Catarina e terceiro maior polo industrial do Sul do Brasil. Com a pesquisa partindo da data de fundação do município em 1851, o registro mais antigo encontrado foi de 1859. Entre todos os registros, a bacia do rio Cachoeira foi a que possuiu mais ocorrências de inundações, com 56% de todos os registros, seguida pela bacia do rio Cubatão, com 50%, principal manancial de Joinville. Concluíram também que a probabilidade anual de ocorrência de inundações no município é de 54%.

Na tragédia em Santa Catarina, no ano de 2008, foi criado um site pelo Governo do Estado ([www.desastre.sc.gov.br](http://www.desastre.sc.gov.br)) com o objetivo de repassar informações a respeito de tudo que envolveu as enchentes ocorridas no final do ano nos municípios catarinenses, desde a tragédia direta como também as doações e ações realizadas pelo Estado e pelos municípios atingidos (COSTA, 2010).

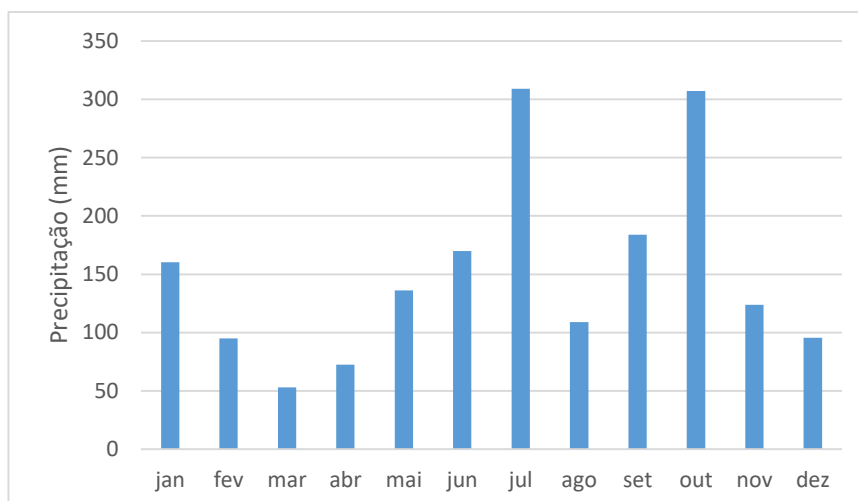
Wollmann (2014) realizou o levantamento das enchentes ocorridas no período entre 2000 e 2011, a fim de identificar as correntes perturbadas e os tipos de tempo responsáveis pela gênese das enchentes nas três Regiões Hidrográficas do Rio Grande do Sul nesse período. A partir do levantamento (Tabela 1), encontrou que as bacias com mais ocorrências no período foram as

do Lago Guaíba e do Taquari-Antas, com 14 eventos, seguidas pelas do Caí e do Ibicuí, com 11 eventos.

Conforme mencionado anteriormente, o evento mais recente ao presente trabalho registrado no estado do Rio Grande do Sul se passou em 2020, no início de julho, quando a cheia do rio Taquari afetou dezenas de municípios, desabrigando centenas de famílias e desalojando tantas outras. Nesse evento, estima-se que as perdas econômicas foram de pelo menos R\$ 100 milhões, sendo o município de Encantado o mais afetado, com perdas de pelo menos R\$ 50 milhões (A HORA, 2020). No Rio Grande do Sul, a maior parte das ocorrências se dá nos meses do meio do ano, equivalentes ao inverno, como nesse evento de 2020. A Figura 8 mostra o regime de precipitações médias para Porto Alegre, RS, que evidencia uma elevação em julho e outubro, porém sem grande diferença de volume, indicando a baixa sazonalidade também nos regimes de vazão do estado.

**Tabela 1. Registros de enchentes por bacia hidrográfica do Rio Grande do Sul (Fonte: WOLLMANN, 2014).**

Reg. Hidrográficas*	Bacias Hidrográficas	Total - Enchentes (2000 a 2011)	Total por RH*
RH Guaíba	Gravataí	2	55
	Sinos	5	
	Caí	11	
	Taquari-Antas	14	
	Alto Jacuí	2	
	Vacacaí - Vacacaí-Mirim	2	
	Baixo Jacuí	2	
	Lago Guaíba	14	
	Pardo	3	
RH Litoral	Tramandaí	3	11
	Litoral Médio	0	
	Camaquã	2	
	Mirim - São Gonçalo	5	
	Mampituba	1	
RH Uruguai	Apuaê - Inhandava	1	30
	Passo Fundo	2	
	Turvo - Sta. Rosa - Sto. Cristo	3	
	Piratinim	1	
	Ibicuí	11	
	Quaraí	2	
	Santa Maria	5	
	Negro	0	
	Ijuí	4	
	Várzea	1	
Butuí - Icamaquã	0		
Total de Episódios	-	96	96

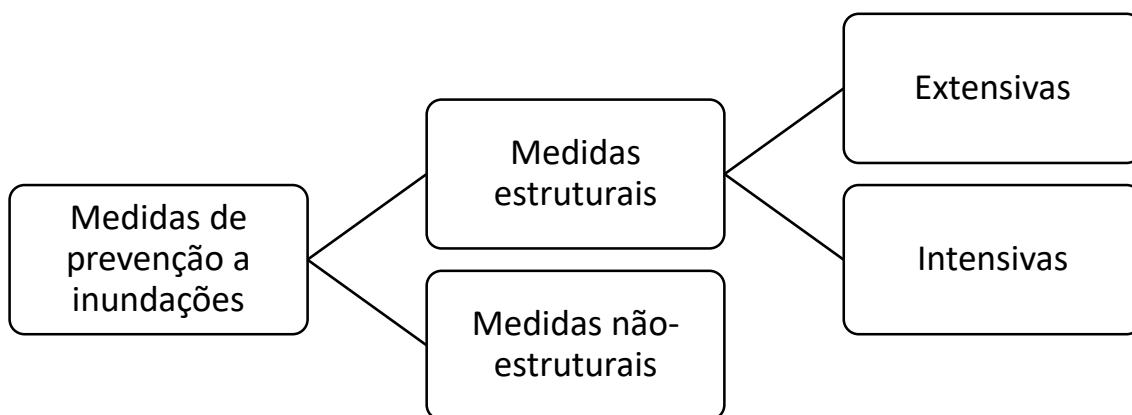


**Figura 8. Precipitação total mensal em 2015, ano de cheia intensa em Porto Alegre, RS.**

### **3.3 Medidas de prevenção a inundações**

Esse item abordará os sistemas estruturais e não-estruturais utilizados como métodos de prevenção a desastres causados por inundações. Amaral, Santoro e Tominaga (2009) diferenciam tais medidas afirmando que as medidas estruturais são aquelas que envolvem obras de engenharias que geralmente são de alto custo como construção de uma barragem, por exemplo. Já as medidas não estruturais são referentes a ações de políticas direcionadas ao planejamento de uso do solo, gerenciamento de zoneamento, educação ambiental e planos de defesa civil.

Os autores Bertoni e Tucci (2006) definem medidas estruturais como aquelas que modificam o sistema fluvial, evitando os prejuízos decorrentes das enchentes, enquanto que as medidas não-estruturais são aquelas em que os prejuízos são reduzidos pela melhor convivência da população com as enchentes.



**Figura 9. Fluxograma sobre medidas de prevenção a inundações.**

### 3.3.1 Medidas estruturais

Medidas estruturais podem ser classificadas em extensivas e intensivas, ambas referem-se a obras de engenharia implantadas para mitigar os impactos causados pelas enchentes.

#### 3.3.1.1 Medidas extensivas

Medidas extensivas consistem em alterações físicas diretas, aplicadas no contexto da bacia, que objetivam modificar as relações entre precipitação e vazão para reduzir a produção de escoamento superficial, diminuindo a ocorrência de erosão e enchentes (TUCCI, 1993). Alguns exemplos de medidas estruturais extensivas são obras de microdrenagem, pavimentos permeáveis e valas de infiltração, medidas que afetam a relação precipitação-vazão de duas formas. A primeira forma é através do aumento da capacidade de infiltração do terreno e, conseqüentemente, redução do escoamento superficial. A segunda forma é com a redução da velocidade média de escoamento d'água e incremento dos volumes hídricos contidos temporariamente no solo, ocasionando o aumento do tempo de concentração e da capacidade de laminação da bacia. Dessa forma, a onda de cheia será mais achatada e terá a vazão de pico reduzida.

#### 3.3.1.2 Medidas intensivas

Medidas intensivas consistem em estruturas que agem diretamente no corpo d'água com o objetivo de alterar o escoamento natural de um curso d'água, de forma a atenuar os efeitos de cheias (MACEDO, 2004). Alguns exemplos de medidas estruturais extensivas são:

- Diques: estruturas de contenção que margeiam rios ou lagos com a função de reter a água caso o nível eleve. Podem ser construídos com terra, concreto ou rochas, apenas devem ser resistentes o suficiente para não ruir nem se desgastar sob a pressão da água;



Figura 10. Extensão do sistema de diques de Porto Alegre, RS (Fonte: G1, 2010).



Figura 11. Parque Marinha do Brasil, parte do sistema de diques de Porto Alegre (Fonte: CURY, 2014).



**Figura 12. Muro da Mauá, dique na região central de Porto Alegre (Fonte: NATUSCH, 2018).**



**Figura 13. Muro da Mauá atuando como contenção na cheia de 2015 (Fonte: METROPLAN, 2018).**

- Reservatórios: construídos com a finalidade de achatar o hidrograma da onda de cheia, retendo parte do volume hídrico durante a fase de crescimento da onda, e restituindo tal volume ao rio durante a fase da recessão da cheia ou logo após a onda da cheia ter passado. Este tipo de obra mostra, em geral, boa laminação nas pequenas e médias cheias, mas nem sempre nas grandes cheias, principalmente naquelas caracterizadas por vários picos (CORDERO et al.);



**Figura 14. Reservatório em Fortaleza, CE (Fonte: GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ, 2020).**

- Canais de desvio: canais construídos para desviar parte da vazão da cheia do curso d'água principal, a fim de diminuir a vazão do rio na zona que se deseja proteger. A água desviada não costuma retornar ao rio do qual foi tirada, é direcionada a outro corpo d'água. No entanto, esse método tende a diminuir a velocidade do escoamento devido à redução da vazão, de forma que o transporte de sedimentos original também é diminuindo, podendo gerar uma elevação do leito do rio e, dessa forma, diminuir a efetividade quanto à proteção contra inundações;



**Figura 15. Canal de desvio (Fonte: BORBA, 2015).**



- **Retificações:** consiste na construção de um leito retilíneo para o rio em locais onde ele percorreria diversos meandros. A retificação possui alguns efeitos diretos. O primeiro é a redução do percurso d'água com conseqüente aumento da declividade, que levará a um aumento da velocidade. Com isso, a onda de cheia terá a capacidade de se deslocar mais rapidamente a jusante, diminuindo o risco para as populações ribeirinhas desse local. No entanto, o aumento de velocidade também poderá acarretar em uma maior erosão do leito do rio, adquirindo risco de assorear o canal.



Figura 16. Projeto de retificação do rio Pinheiros (Fonte: LEAL, 2011).

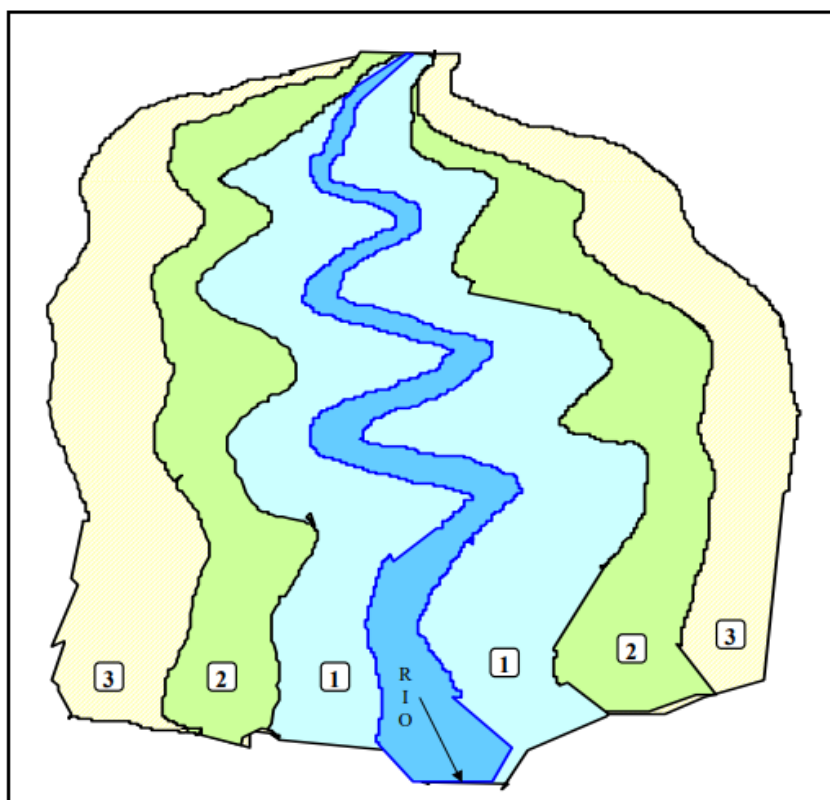
### 3.3.2 Medidas não-estruturais

Medidas não-estruturais consistem em ações que podem atingir toda a bacia com caráter extensivo. Podem ser de natureza institucional, administrativa, ou financeira, sendo adotada individualmente ou por um grupo de pessoas, espontânea ou legalmente, visando sempre a minimização de impactos e adaptação da comunidade às condições extremas causadas por eventos de enchentes (PISANI, 2011). Alguns exemplos de medidas não-estruturais são:

- **Zoneamento de áreas inundáveis:** o zoneamento consiste na definição de um conjunto de regras para a ocupação das áreas de maior risco de inundação, com o objetivo de minimizar futuros impactos econômicos e sociais em face das grandes cheias. Logo,

aplicando-se corretamente o zoneamento urbano, ocorrerá um desenvolvimento racional das áreas ribeirinhas.

Segundo Cordero et al., o zoneamento divide a região ribeirinha em pelo menos três categorias: zona de passagem da enchente, zona com restrições e zona de baixo risco (Figura 17). A zona de passagem da enchente é a parte por onde o escoamento deverá passar, sendo a região em que os riscos são muito elevados e não deverá ser ocupada. A zona com restrições chega e ser inundada, no entanto a profundidade da inundação, assim como a velocidade do escoamento, serão baixas, o que diminuirá o impacto causado, permitindo a utilização da área para alguns fins menos prejudicáveis. Já a zona de baixo risco dificilmente será inundada, sendo atingida em anos excepcionais por pequenas lâminas de água e baixas velocidades, fazendo com que a regulamentação quanto às cheias não seja necessária.



**Figura 17. Faixas de zoneamento de áreas inundáveis: (1) zona da passagem de enchentes; (2) zona com restrições; (3) zona de baixo risco (Fonte: CORDERO et al.).**

- Seguros contra enchentes: os seguros contra enchentes são apólices de seguro, estipuladas por companhias especializadas, para aquelas habitações, indústrias ou casas comerciais localizadas nas zonas sujeitas a serem inundadas com as enchentes. Ainda

não há no Brasil uma empresa que realiza seguro contra perdas totais causadas pelas enchentes;

- Ações de educação ambiental: parte muito importante para a concretização satisfatória de planos não-estruturais de redução de impacto de inundações é a cooperação da comunidade local. Tal cooperação é alcançada através do maior conhecimento e entendimento do fenômeno natural, assim como o que pode ser feito para se evitar um desastre. A educação ambiental chega com o papel de difundir o conhecimento àqueles que mais são atingidos pelos impactos, de forma que reproduzirão maiores cuidados com o ambiente, reduzindo perdas econômicas e sociais em inundações;
- Incentivo à pesquisa na área: pesquisas científicas promovem o desenvolvimento de políticas municipais adequadas às realidades locais, a partir do aumento do conhecimento científico quanto aos fenômenos naturais de possível ocorrência no local e à comunidade ribeirinha;
- Sistemas de alerta de cheias: consistem em sistemas cuja função é informar e alertar as comunidades ribeirinhas e órgãos responsáveis pela segurança, como a Defesa Civil, quando há risco de inundação iminente, a fim de que seja possível algum método para a redução de impactos causados pelo evento. Os alertas são baseados nas previsões dos eventos de cheia, os quais são podem ser simulados por diferentes modelos matemáticos hidrológicos, devendo ser um processo constante. Tais modelos consistem em prever a evolução do fenômeno de cheia com antecedência suficiente para que sejam tomadas medidas preventivas. Os alertas, por sua vez, servem para acionar os dispositivos de controle das cheias pré-dispostos no sistema resposta. Esse assunto será abordado mais detalhadamente no próximo item do presente trabalho.

### **3.4 Sistemas de alerta contra inundações**

São sistemas utilizados para informar e alertar as comunidades ribeirinhas e órgãos responsáveis pela segurança quando há risco de inundação, para que as medidas de redução de danos possam ser tomadas antes do evento.

Os sistemas de alerta podem ter diferentes complexidades. Em geral são componentes de um sistema de alerta um modelo hidrológico, uma central de comunicação de resultados e um sistema de monitoramento. A Tabela 2 sintetiza os componentes de um sistema de alerta.

**Tabela 2. Componentes de um Sistema de Alerta Prévio (Fonte: COWAN et al., 2014).**

<b>Componentes SAP</b>	<b>Local/Comunidade ou Saída da Ameaça</b>	<b>Nacional</b>	<b>Regional/Global</b>
Conhecimento do risco	Mapear os pontos de saída da ameaça elaborados pelos próprios membros da comunidade (isto é através do processo VCA, também conhecido por avaliação comunitária de riscos).	Mapas GIS de riscos que mostram as ameaças e as vulnerabilidades em todo o país; rede informatizada que recebe e procede ao rastreamento dos principais sinais de tempestades.	Imagiologia por satélite de +30 anos pode ser sobreposta para a observação de dados e produzir mapas rigorosos sobre os riscos onde as camadas apresentam os índices das ameaças e da vulnerabilidade.
Monitoramento	Medidores manuais dos rios e da precipitação; quadro para anunciar os níveis de rio.	Sistema automatizado de medidor onde a informação é canalizada para um local central na cidade capital.	Sistema de monitoramento em tempo real via satélite incluindo as atuais condições e projeções baseadas em modelos climáticos globais.
Capacidade de resposta	Rotas de evacuação assinaladas por engenhos de fabrico local (e onde possível, coloridos e fluorescentes) e abrigos contra ciclones desenhados localmente.	Qualquer resposta a este nível terá provavelmente como base a mesma tecnologia identificada na comunicação do aviso abaixo indicada.	
Comunicação do alerta	Engenhos locais para a comunicação: boca a boca, estafetas, pregoeiros, tambores, bandeiras, sinos, telefone, rádio, televisão, megafones, altifalantes que flanqueiam as mesquitas.	Rádio, telefone, televisão.	Correio eletrônico; previsões sazonais de base eletrônica; RSS feeds de notícias

No presente trabalho é considerado um sistema de alerta o composto minimamente por um modelo hidrológico de previsão de cheias que opera regularmente e disponibiliza a informação para tomadores de decisão.

### **3.4.1 Exemplos de sistema de alerta pelo mundo**

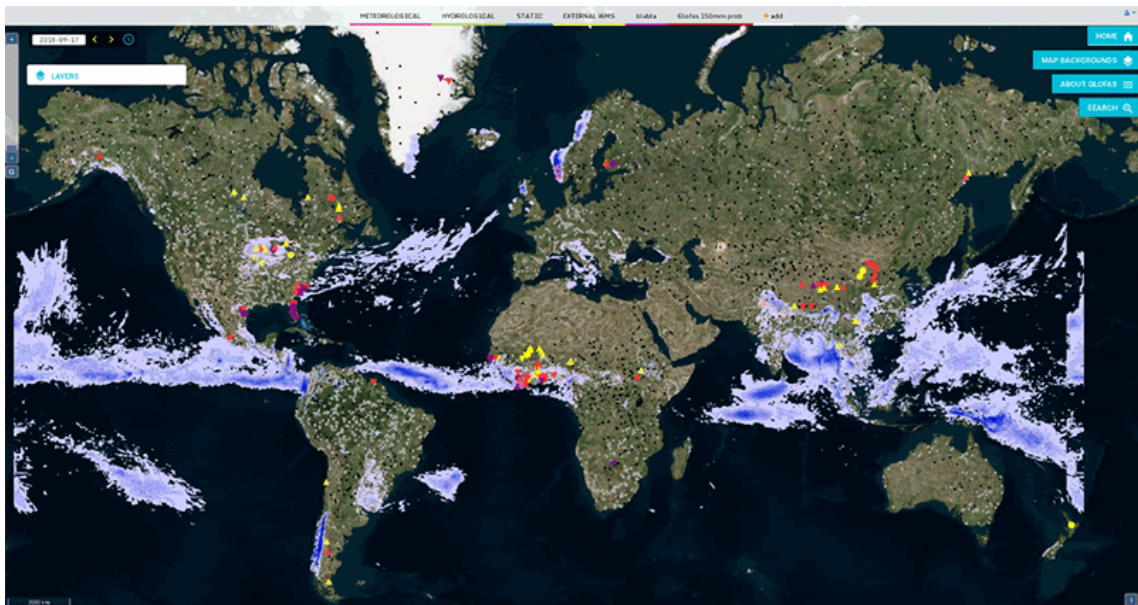
#### **3.4.1.1 Global Flood Awareness System (GloFAS)**

O GloFAS foi desenvolvido pela European Commission e o European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF), sendo disponibilizado em fase de teste em 2011 e oficialmente em 2018. O sistema possui a função de realizar previsão e monitoramento de inundações mundial, com o fim de obter todos os dados necessários para gerar alertas de risco independentemente de fronteiras administrativas e políticas. Todos os seus pontos de medições são exibidos no mapa da Figura 18.

O GloFAS é formado por dois sistemas complementares:

- GloFAS 30-day: previsões diárias hidrológicas, gerando resultados para possíveis inundações nos próximos 30 dias;
- GloFAS Seasonal: previsões mensais hidrológicas, gerando resultados para as próximas 16 semanas.

O GloFAS realiza o monitoramento e previsões apenas para rios, não considerando regiões costeiras ou inundações bruscas. Dessa forma, ele é importante para grandes bacias hidrográficas que são compartilhadas por dois ou mais países.



**Figura 18.** Mapa com os locais de medição e seus riscos de inundação conforme a cor (Fonte: GloFAS, 2020).

#### 3.4.1.2 European Flood Awareness System (EFAS)

O EFAS foi desenvolvido para produzir uma visão geral da Europa enquanto território único, fornecendo previsões com até 10 dias de antecedência. Assim como o GloFAS, o EFAS foi criado pelo European Commission, iniciando seu desenvolvimento em 2002 e sendo inteiramente desenvolvido em 2012, a partir da colaboração entre os serviços nacionais de hidrologia e meteorologia, organizações de Defesa Civil Europeias, o Centro de Monitoramento e Informação e outros institutos de pesquisa.

O EFAS possui o objetivo de auxiliar a tomada de medidas nos locais de risco antes da ocorrência, especialmente em bacias de rios transnacionais. O sistema foi o primeiro desenvolvido na Europa como um todo e é dividido em quatro setores:

- Computacional: o European Centre for Medium-Range Weather Forecasts executa as previsões e armazena as informações na plataforma;
- Disseminação: a união entre o Swedish Meteorological and Hydrological Institute, Rijkswaterstaat e Slovak Hydro-Meteorological Institute analisa os dados diariamente e dissemina a informação aos parceiros do EFAS que poderão tomar medidas preventivas;
- Coleta de dados hidrológicos: a união entre o Environment and Water Agency of the Regional Ministry for the Environment e o Spatial Planning and Soologic realiza a coleta de dados históricos e em tempo real de vazões e nível d'água;
- Coleta de dados meteorológicos: a união entre a KISTERS AG e Deutscher Wetterdienst realiza a coleta de dados históricos e em tempo real de informações meteorológicas.

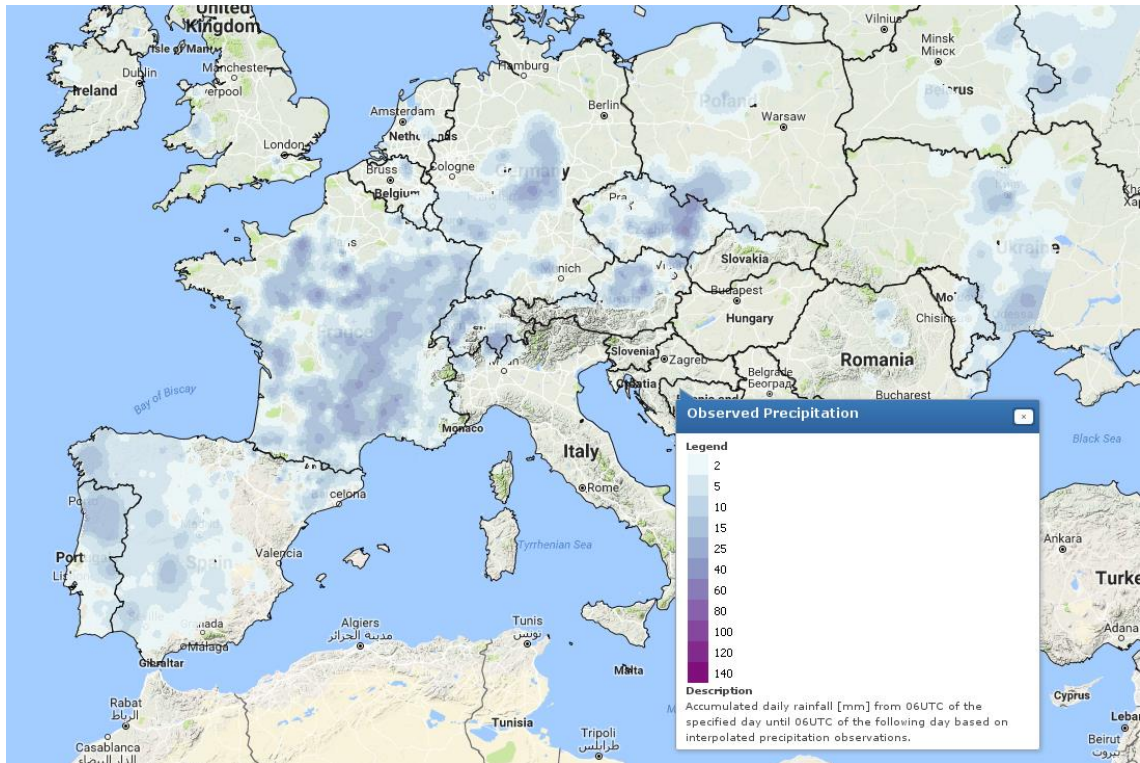


Figura 19. Exemplo de mapa disponibilizado pelo EFAS (Fonte: SMITH et al., 2018).

### 3.4.1.3 National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)

Nos Estados Unidos foi desenvolvido o NOAA, que consiste na agência responsável por monitorar, prever e estudar os fenômenos oceânicos e atmosféricos neste país. A Figura 20 apresenta os pontos de monitoramento do NOAA com a identificação do grau de risco de inundação correspondente.



Figura 20. Pontos monitorados pelo NOAA com a cor correspondente ao grau de risco de inundação (Fonte: NOAA, 2020).

### 3.4.2 Exemplos de sistemas de alerta utilizados no Brasil

#### 3.4.2.1 Sistema de Alerta de Eventos Críticos (SACE) – CPRM

Plataforma desenvolvida pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) para disponibilizar em tempo real dados e previsões que ajudam a prevenir danos e preservar vidas em eventos de cheias e inundações, desenvolvida em 1989 com o monitoramento apenas da bacia do rio Amazonas. Atualmente, 16 bacias Brasileiras são monitoradas pelos Sistemas de Alerta Hidrológicos (SAHs) operados pela CPRM, beneficiando mais de 7 milhões de pessoas.

Diariamente, os dados são recebidos, consistidos e processados por meio de modelos hidrológicos elaborados pela equipe técnica da CPRM, os quais permitem a previsão dos níveis da água em locais com risco de inundação. Em seguida, são emitidos boletins e informes com as previsões obtidas para a Defesa Civil e demais órgãos responsáveis pela diminuição de impactos causados por esses eventos, a partir da realocação ou remoção da população com risco de ser atingida.

O monitoramento dos níveis e vazão dos rios é possível por meio da operação de Plataformas de Coletas de Dados Automáticos (PCDs) situadas às margens dos rios. As PCDs enviam em tempo real os dados dos níveis dos rios e os volumes de chuva que são registrados, que são disponibilizados no SACE. Estas estações telemétricas, que compõem os sistemas de alerta hidrológicos, integram a Rede Hidrometeorológica Nacional de Referência (RHNR). A operação e manutenção destas estações, bem como o uso dos equipamentos de medição tem apoio operacional e financeiro da Agência Nacional de Águas (ANA) através do Termo de Execução Descentralizada (TED) de operação da RHN.

Os SAHs utilizam três patamares como referência, sendo eles:

- a. Amarelo: o nível do rio atingiu a cota de atenção. Nesse estágio, as equipes da CPRM redobram a atenção ao monitoramento e iniciam a preparação para execução dos modelos de previsão, também mobilizando equipes de manutenção e medição é simbolizada.
- b. Laranja: o nível do rio atingiu a cota de alerta. Nesse estágio, os modelos de previsão entram em operação contínua, produzindo previsões hidrológicas com diferentes



horizontes temporais, cujos resultados são traduzidos em forma de boletins e enviados às defesas civis e aos demais órgãos competentes.

- c. Vermelho: o nível do rio transbordou e foi alcançada a cota de inundação em algum ponto do município monitorado. A operação do SAH possibilita a previsão do nível a ser atingindo durante a ocorrência do evento.

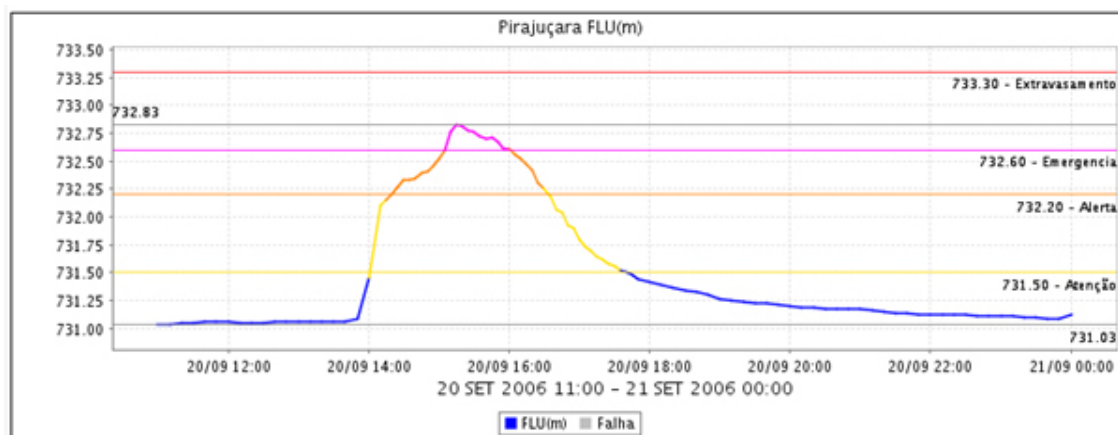
É importante destacar que a antecedência de previsão não é uniforme, varia conforme o tamanho da bacia. O tempo de maior previsão é em Manaus (SAH Amazonas) com 3 meses de antecedência, já a menor é em União dos Palmares (SAH Mundaú) com apenas 5 horas de antecedência.

#### 3.4.2.2 Sistema de Alerta a Inundações do Estado de São Paulo (SAISP)

A Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica (FCTH) opera o Sistema de Alerta a Inundações de São Paulo (SAISP), que gera a cada cinco minutos boletins sobre as chuvas e suas consequências na cidade de São Paulo, sendo disponibilizados online para a população geral.

O monitoramento hidrológico do SAISP é feito pela Rede Telemétrica de Hidrologia do Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE) e pelo Radar Meteorológico de São Paulo, adquirido a partir da parceria entre o DAEE e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). Os principais produtos gerados pelo SAISP são:

- a. Mapas de chuva observada na área do Radar de Ponte Nova;
- b. Leituras de postos das Redes Telemétricas do Alto Tietê, Cubatão, Registro e Piracicaba (Figura 21);
- c. Mapas com previsões de inundações na cidade de São Paulo.



**Figura 21. Dados de níveis da água medidos classificados conforme o estágio de risco (Fonte: SAISP, 2020).**

#### 3.4.2.3 Sistema de Alertas de Cheias do Inea (RJ)

O Sistema de Alerta de Cheias foi criado pelo Instituto Estadual do Ambiente (Inea) para informar autoridades e população sobre a possibilidade de chuvas intensas e inundações graduais que possam causar perdas humanas e materiais.

O Sistema de Alerta de Cheias possui uma rede de estações telemétricas e de radares meteorológicos que enviam os dados de chuva e do nível dos rios monitorados em tempo real. Na Sala de Situação do Inea, a quem cabe o monitoramento e o envio de alerta de cheias em apoio às Defesas Civis na prevenção de desastres, meteorologistas e técnicos da área acompanham as condições de tempo e o nível dos rios monitorados 24 horas por dia. Quando há previsão de chuvas fortes ou possibilidade de transbordamento dos rios para a região monitorada, o Inea envia alertas via SMS para agentes da Defesa Civil e para a população cadastrada no sistema.

<b>Estágio</b>	<b>Situação</b>
<b>Vigilância</b>	Sem previsão de chuva significativa que possa causar elevação dos níveis dos rios.
<b>Atenção</b>	Possível elevação dos níveis dos rios em função da ocorrência de chuva.
<b>Alerta</b>	Subida acima do normal do nível de um rio monitorado, com previsão de elevação.
<b>Alerta máximo</b>	Iminência de transbordo de um rio monitorado, com previsão de elevação.
<b>Transbordamento</b>	Registro do nível de um rio monitorado acima da cota de transbordamento.

**Figura 22. Classificação conforme o estágio de risco (Fonte: INEA, 2020).**

#### 3.4.2.4 Sistema de Monitoramento e Alerta de Inundações e Secas no Pantanal (SISMOPAN)

O SISMOPAN é um sistema de monitoramento e alerta de inundações e secas que pode utilizar as informações provenientes de modelos de previsão para apresentar cenários de área alagada e de mapeamento já ocorridos em eventos semelhantes. Sua operação não se dá através da realização de previsões, mas sim de comparação com o seu banco de dados histórico. O sistema disponibiliza informações sobre possíveis cenários das áreas em que podem ocorrer inundações, baseado em eventos passados, presentes no seu banco de dados e de mapas.

O sistema baseia-se nas correlações entre os eventos de chuva nas bacias do planalto, nível dos rios no planalto e Pantanal e suas respectivas áreas inundadas no Pantanal. As relações de causa e efeito propostas para essas três variáveis são:

- a. Precipitação média na bacia à montante, no planalto, com nível do rio no exutório dessa bacia;
- b. Precipitação média na bacia à montante, no planalto, com a área inundada dessa mesma bacia à jusante, no Pantanal;
- c. Nível do rio à montante com nível do rio à jusante;

- d. Nível do rio à montante com área inundada à jusante;
- e. Área inundada à montante com área inundada à jusante.

Essa abordagem amplia a cobertura espacial e potencial de estimativas de cenários possíveis. A relevância do relacionamento entre as variáveis determinadas pelos coeficientes de correlação e o tempo de resposta é o aspecto principal das estimativas.

#### 3.4.2.5 Sala de Situação – SEMA RS

Em 2013, a Agência Nacional de Águas (ANA) e a Secretaria de Meio Ambiente do Rio Grande do Sul (SEMA) fecharam um acordo que estabeleceu a criação da Sala de Situação da SEMA-RS. Entretanto, foi apenas em 2015 que ela se tornou referência no monitoramento e previsão das condições hidrometeorológicas do RS, com a contratação dos serviços de apoio técnico.

A partir deste momento, a Sala de Situação passou a ter um papel central na ampliação da rede hidrometeorológica, implantação de banco de dados, aplicação de modelos numéricos, análise de imagens de satélite, confecção de mosaico de radares meteorológicos, elaboração de boletins e emissão de avisos de eventos hidrometeorológicos extremos.

A Sala de Situação é diretamente articulada com a Defesa Civil, para a qual envia Avisos Hidrometeorológicos com exclusividade, colaborando para emissão de Alertas da Defesa Civil às Coordenadorias Regionais do estado. Em 2016, a Sala de Situação emitiu 33 Avisos de tempo severo que contribuíram para a tomada de decisão, fornecendo subsídios técnicos e informações específicas para o RS.

Através do Portal da Sala de Situação, a população pode acessar os dados de nível dos rios e de ocorrência de chuva em mais de 200 pontos de monitoramento. Também são publicados no Portal todos os Boletins emitidos pela Sala de Situação, além de outras informações de interesse público como dados de Climatologia do estado e notícias relevantes sobre os assuntos monitorados e analisados pela Sala.

Os serviços executados pela Sala de Situação se inserem no contexto amplo do Sistema de Gestão Integrada de Desastres, atuando nos seguintes aspectos:

- a. Prevenção e mitigação de eventos hidrológicos extremos como inundações, enxurradas e estiagens;

- b. Monitoramento hidrometeorológico, previsão do tempo e clima;
- c. Aplicação do estado-da-arte da modelagem atmosférica e hidrológica, ajustado especificamente para o Rio Grande do Sul;
- d. Avaliação dos impactos de mudanças climáticas nos recursos hídricos;
- e. Capacitação técnica ambiental em recursos hídricos e gestão de desastres;
- f. Promoção da gestão integrada de desastres.
- g. Os técnicos da Sala de Situação elaboram boletins diários, semanais e mensais, e enviam avisos hidrometeorológicos diretamente à Defesa Civil do Estado.

### **3.5 Estudos prévios sobre custo-benefício de sistemas de alerta**

Diversos estudos relativos à avaliação da relação custo-benefício de sistemas de alerta contra enchentes já foram desenvolvidos ao redor do mundo. Este capítulo trará alguns estudos já realizados sobre o tema em diversos locais diferentes.

Em 2018, Hasan realizou sua dissertação de mestrado estudando o custo-benefício de um sistema de alerta de enchentes para a região Norte de Bangladesh. No estudo, ele afirma que Bangladesh é um dos países mais propensos a inundações do mundo, e, visto que é um país em desenvolvimento com poucas condições financeiras de arcar com medidas estruturais de prevenção a inundações, encontra em medidas não-estruturais o melhor recurso para minimizar os impactos ocasionados por tais fenômenos. O sistema de alerta utilizado se chama V2R e passa mensagens de voz para os celulares da população registrada no serviço.

Primeiramente, Hasan realizou entrevistas com cerca de 100 participantes de diferentes localizações a fim de compreender o atitudes em situações de inundações, como quais bens são protegidos, deslocamento de animais, objetos destruídos, etc, a fim de estimar valores de perdas econômicas. Os participantes também foram questionados quanto a receberem alertas de risco de inundação, a que cerca de 76% respondeu que recebe os informes com pelo menos sete dias de antecedência. O benefício econômico nas áreas analisadas foi calculado considerando diversos fatores, incluindo diferentes formas de proteção contra inundações. Ao final, Hasan

concluiu que cada família na região que recebe o alerta telefônico economiza cerca de \$ 285,00 por ano em relação às famílias que não o recebem.

Rai et al. (2020) realizaram o estudo de custo-benefício de sistemas de alerta de enchentes para a bacia hidrográfica do rio Karnali, no Nepal, sendo este o 20º país mais afetado por inundações no mundo em relação à população afetada. Para o estudo, foi feita uma pesquisa com 453 famílias, 30 grupos de discussão e 40 informantes-chaves. Foi concluído que as famílias conseguem, graças ao sistema de alerta, economizar cerca de \$ 1.083,00 em um evento de inundação, a partir de deslocamento de propriedades, animais e veículos, além de economias com possíveis problemas de saúde. A taxa de custo-benefício calculada ficou entre 24 e 73%, dependendo do cenário considerado.

Silva e Buffon (2020) realizaram a avaliação econômica do Sistema de Alertas Hidrológicos da bacia do rio Caí (SAH-Caí) entre 2009 e 2020, dividindo-se em três partes. A primeira quantificou os danos e prejuízos econômicos gerados pelas inundações ocorridas em São Sebastião do Caí (RS) e Montenegro (RS) entre 2012 e 2020, utilizando dados e metodologia empregados por Silva (2019). A segunda quantificou os investimentos necessários para a implementação e operação do SAH-Caí desde a sua fase de planejamento, através do levantamento do histórico orçamentário do projeto junto à CPRM. A terceira fase realizou a determinação dos custos em cenários onde medidas estruturais atuariam como o fator de proteção contra as inundações na região utilizando dados e metodologia provenientes de METROPLAN (2014), para determinar os investimentos necessários à implementação dessas medidas. Ao final, foram determinados três cenários de avaliação: o primeiro previa a construção de um corta-rio e dois diques de proteção, sendo um em Montenegro e outro em São Sebastião do Caí, o segundo prevendo o mesmo dique em Montenegro e o rebaixamento da calha do rio Caí em São Sebastião do Caí, e o terceiro considerando medidas não estruturais, representando o SAH-Caí. Como resultado, obteve-se um valor de 112 reais economizados para cada real investido no terceiro cenário, enquanto o primeiro e o segundo obtiveram, respectivamente, sete e dois reais de economia, apontando para a alta efetividade desse sistema.

Em 2015, Pappenberger et al. analisaram a viabilidade econômica de investir em previsões de cheias na Europa ao invés de apenas remediar impactos, utilizando o sistema já existente EFAS. A razão para ser considerado o continente europeu inteiro e não apenas um país é a noção de que, para melhor gestão de desastres, a análise deve ultrapassar fronteiras políticas, visto que

tais delimitações não têm influência alguma na ocorrência do fenômeno. O EFAS tem o papel de fornecer as probabilidades de inundações para as autoridades europeias responsáveis com cerca de dez dias de antecedência do possível evento, o que é realizado diariamente através de simulações rodadas duas vezes por dia para cerca de 138 pontos de análise.

Para a obtenção de resultados, foram necessárias três etapas, a primeira foi o levantamento de danos associados à ocorrência de inundações, a segunda foi o cálculo do benefício do EFAS, o que foi realizado a partir da comparação com os dados registrados pelo EM-DAT e European Union Solidarity Fund (EUSF), e a terceira foi a análise de sensibilidade. Para esta última etapa, foi considerada a porcentagem de danos evitados a partir do alerta aplicando-se diversas medidas, sendo gerada a Tabela 3.

**Tabela 3. Análise de sensibilidade da taxa de custo-benefício quanto à porcentagem de danos evitados devido ao alerta antecipado (Fonte: Pappenberger et al, 2015).**

<b>Medida</b>	<b>Danos evitados devido ao alerta antecipado</b>	<b>Taxa de custo-benefício (após 20 anos)</b>	<b>Cenário</b>
Operações da defesa civil (FDO)	32%	1:155	1
Manutenção do curso d'água (WCM)	0,90%	1:4	2
Operações comunitárias (CBO)	0,36%	1:2	3
Resistência dependente de alerta (WDR)	0,0036%	1:0,02	4
Conteúdos movidos e evacuados (CME)	5,70%	1:28	5
Medidas pelo alerta com antecedência	32,85%	1:59	Base
Total	36,68%	1:178	6
Objetivo futuro	70%	1:339	7

Além disso, considerou-se a performance do modelo de previsão, ou seja, a porcentagem de acertos dentre os eventos ocorridos, considerando falsos negativos, quando ocorreu um evento que não foi previsto, e falsos positivos, quando foi previsto um evento que não ocorreu. Foi considerada também uma taxa de desconto, de forma a não ser superestimado o custo-benefício, e redução de danos de 32,85% para todos os cenários. A Tabela 4 apresenta os resultados de custo-benefício para 20 anos a partir da data de estudo conforme as melhorias do sistema de previsão, a taxa de redução e a fonte de dados utilizada (com e sem considerar a realização do alerta), assim como a evolução dela nos 20 anos futuros (cenários 16 a 19). Ao final da análise,

todos os resultados obtidos para os 19 cenários foram positivos, sendo o menor de 16 euros economizados a cada euro investido no sistema e o maior, de 403 euros economizados.

**Tabela 4. Análise de sensibilidade da taxa de custo-benefício estimada com a porcentagem de danos evitados devido ao alerta antecipado fixado em 32,85% (Fonte: Pappenberger et al, 2015).**

Performance do sistema de alerta	Atual	10% melhor	20% melhor	30% melhor	Perfeito	Atual	Atual	Atual	Atual	Atual	Atual	Atual	Atual
Taxa de redução	5%	5%	5%	5%	5%	3,50%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Fonte de dados	EM-DAT (sem <sup>1</sup> )	EM-DAT (sem)	EM-DAT (sem)	EM-DAT (sem)	EM-DAT (sem)	EM-DAT (sem)	EUSF (sem)	EUSF (com <sup>2</sup> )	EM-DAT (com)	175% EM-DAT (sem)	205% EM-DAT (sem)	254% EM-DAT (sem)	10% EM-DAT (sem)
Taxa de custo-benefício (após 20 anos)	1:159	1:173	1:187	1:200	1:286	1:176	1:205	1:308	1:226	1:278	1:326	1:403	1:16
Cenário	Base	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

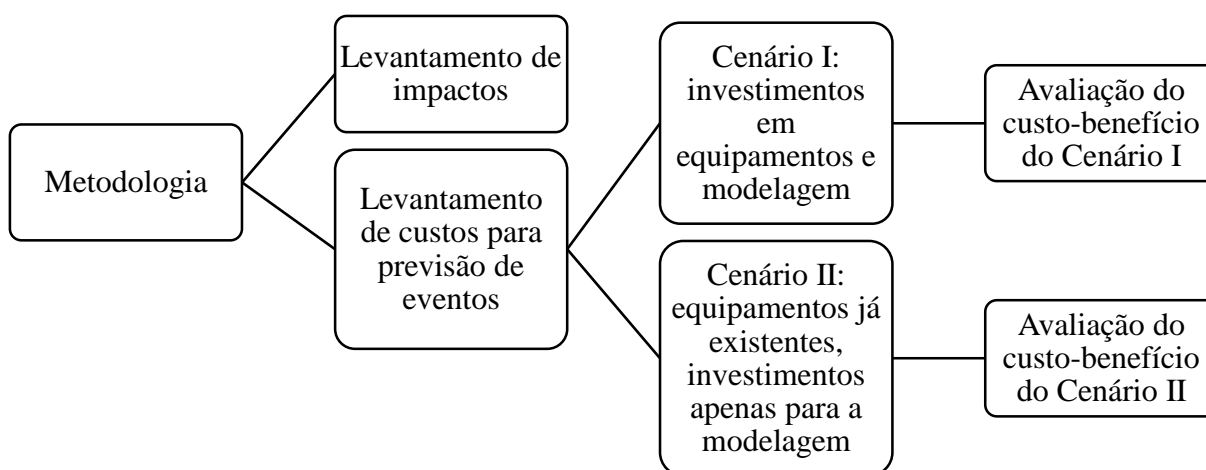
<sup>1</sup>Sem incluir o alerta.

<sup>2</sup>Incluindo o alerta.



## 4 METODOLOGIA

Esse capítulo apresentará a metodologia adotada para o desenvolvimento do estudo, dividindo-se em duas partes. A primeira parte refere-se ao levantamento de custos gerados pelos impactos das inundações, incluindo perdas econômicas e sociais. Já a segunda parte dedica-se ao levantamento de custos com a previsão de eventos a partir da análise de dois cenários, onde o primeiro considera o uso apenas dos dados de precipitação livres disponíveis para a realização das previsões e o segundo considera a compra e instalação de estações telemétricas para todo o território estadual e a posterior previsão de cheias a partir dos dados de precipitação obtidos. A Figura 23 apresenta o organograma com as etapas seguidas para a obtenção de resultados.



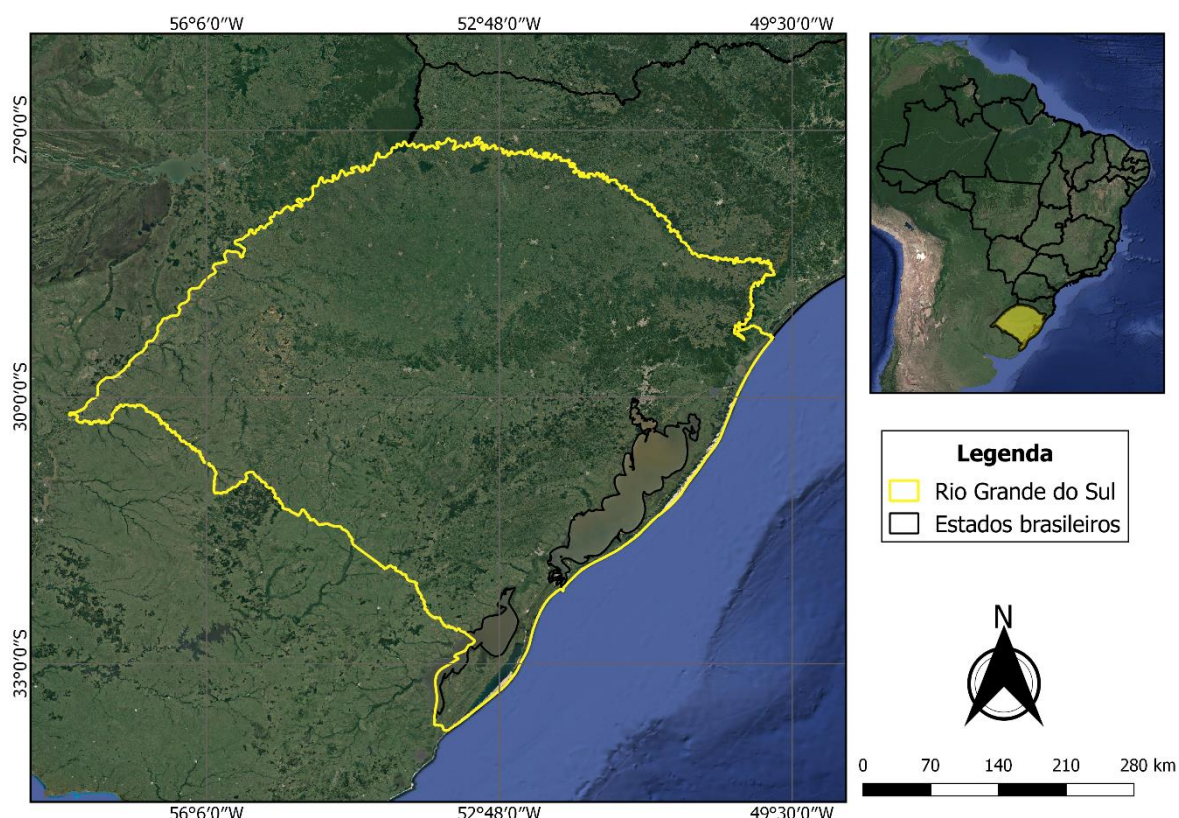
**Figura 23. Organograma da metodologia utilizada para o trabalho.**

### 4.1 Área de estudo

O presente estudo foi realizado considerando a previsão de cheias no estado do Rio Grande do Sul. Localizado no extremo sul do Brasil, conforme ilustra a Figura 24, o estado possui clima que diverge de grande parte do país, sendo este temperado subtropical (Cfa), segundo a classificação de Köppen-Geiger. Logo, possui as estações quente e fria bem definidas e chuvas

bem distribuídas ao longo do ano, porém totalizando maior volume nos meses de inverno, conforme descrito no Capítulo 3.

A área estadual é de cerca de 281.707 km<sup>2</sup> (IBGE, 2020), sendo esta composta por quatro principais regiões geomorfológicas: Planalto Meridional, Planície Costeira, Depressão Central e Escudo Sul-Rio-Grandense.



**Figura 24. Localização do estado do Rio Grande do Sul.**

## 4.2 Levantamento de custos dos impactos

Os impactos econômicos foram apurados a partir dos registros de inundações do Sistema Nacional de Defesa Civil (SINDEC), o qual possui extenso banco de dados para o Brasil todo. O sistema possui registros a partir do ano 2000, porém passaram a ser descritos com informações mais específicas, como custos das perdas e classificação da forma como as pessoas foram afetadas (desalojadas, feridas etc.), a partir de 2002.

Desde então, as informações contidas nos registros referem-se a perdas sociais e econômicas, como mostrado no Apêndice A. As perdas sociais consideradas são relacionadas ao:

abastecimento d'água, energia elétrica, transporte, comunicação, esgoto, gás, lixo, saúde, educação e alimentos básicos. Nos prejuízos econômicos entram danos em edificações, agricultura, pecuária, indústria e danos ambientais. Para o presente estudo, foram selecionados os registros referentes ao RS de 2002 a 2019, de forma a ser calculado o custo financeiro total gerado por inundações.

### **4.3 Levantamento de custos para a previsão de eventos**

Os custos para o financiamento do serviço de monitoramento e alerta proposto foram calculados para dois cenários: o primeiro considera a instalação de uma rede nova de estações telemétricas, a qual inclui a medição do nível da água e de precipitação, e o segundo considera a utilização dos dados de redes de estações já existentes. A diferenciação se dá por causa do contexto nacional de escassez de dados. Dessa forma, a nova rede hidrometeorológica supriria a demanda por dados.

A partir da respectiva rede utilizada, ambos os cenários consideram o desenvolvimento e operação de um novo sistema de previsão de inundações.

#### **4.3.1 Cenário I: investimentos em equipamentos e modelagem**

Os custos com equipamentos foram levantados calculando-se a quantidade necessária de estações telemétricas para a medição da precipitação no Rio Grande do Sul a partir da densidade de estações sugerida pela Organização Mundial de Meteorologia (OMM), conforme apresentado na Tabela 3. A divisão do território considerou áreas costeiras, montanhosas, planas e urbanas, essa última sendo calculada a partir do Censo de 2010 (IBGE, 2010).

Juntamente a essas estações, serão necessárias medições de nível da água, a fim de ser calculada a vazão a partir da curva-chave. Dessa forma, calculou-se a quantidade de estações pluviométricas necessárias, considerando-se o mesmo número para linígrafos para medição do nível d'água, e apenas um medidor de vazão, visto que cada ponto será feito em diferentes momentos.

**Tabela 5. Densidade de estações para cada necessidade e contexto da OMM, área em km<sup>2</sup> por estação (Fonte: OMM, 2008).**

<i>Physiographic unit</i>	<i>Precipitation</i>		<i>Evaporation</i>	<i>Streamflow</i>	<i>Sediments</i>	<i>Water quality</i>
	<i>Non-recording</i>	<i>Recording</i>				
Coastal	900	9 000	50 000	2 750	18 300	55 000
Mountains	250	2 500	50 000	1 000	6 700	20 000
Interior plains	575	5 750	5 000	1 875	12 500	37 500
Hilly/undulating	575	5 750	50 000	1 875	12 500	47 500
Small islands	25	250	50 000	300	2 000	6 000
Urban areas	–	10–20	–	–	–	–
Polar/arid	10 000	100 000	100 000	20 000	200 000	200 000

Também faz-se necessário considerar o valor da instalação e manutenção da rede, a qual deve ser realizada periodicamente, visto que os equipamentos estão sujeitos a diversas intempéries, como sujeiras, vandalismo, falhas técnicas, entre outros. Aqui serão consideradas manutenções quatro vezes por ano, realizadas por hidrotécnicos.

Importante frisar que partiu-se do pressuposto que o número de estações sugeridas pela OMM é a quantidade mínima adequada para boas previsões de cheias. Isto pode não ser necessariamente sempre realidade, mas foi um pressuposto necessário para a definição de uma quantidade mínima de estações.

No Cenário I, além da instalação e operação da rede telemétrica incluiu-se os custos de desenvolvimento e de operação de um sistema de previsão para todo o território em estudo. Esse sistema operacional seria desenvolvido por uma equipe de Engenharia e/ou Meteorologia na forma de um projeto com duração de 1 ano. E seria operado diariamente com um custo mensal também calculado.

Este cenário, portanto, pode ser considerado como muito conservador no que diz respeito aos custos de um sistema de alerta, pois ele considera que todo o benefício da existência de uma rede telemétrica estaria atrelado unicamente ao sistema de alerta. Na realidade, existem outros benefícios atrelados à rede, como o uso para controle de irrigação, outorga da água e operação de obras hidráulicas, os quais não foram contabilizados neste cenário.

#### **4.3.2 Cenário II: investimentos apenas em modelagem**

O Cenário II é equivalente ao Cenário I, porém considera a existência prévia da rede hidrometeorológica automática para o funcionamento do sistema de previsão. Neste caso, o pressuposto é que as estações hidrometeorológicas são úteis para aplicações diversas como:

- a. Estudos hidrológicos de disponibilidade hídrica;
- b. Estudos de qualidade da água;
- c. Estudos de proteção contra enchentes;
- d. Estudos de dimensionamento de obras hidráulicas;
- e. Operação de obras hidroviárias;
- f. Operação de reservatórios.

Esse é o cenário mais correspondente com a realidade atual no Brasil, pois é comum que a rede hidrometeorológica a ser usada no sistema de previsão já exista. Isto de fato acontece no Rio Grande do Sul, que já conta com uma rede hidrometeorológica automática que pode ser aproveitada para previsão de vazão, embora a qualidade da rede não necessariamente seja a mesma usada como pressuposto no Cenário I.

A Figura 25 a seguir apresenta a rede hidrometeorológica automática disponível na página do Sistema Nacional de Informações sobre os Recursos Hídricos (SNIRH) da ANA que transmite os dados automaticamente e poderia ser aproveitada no sistema de previsão. A densidade das estações neste sistema é de uma estação a cada 1.875 km<sup>2</sup>, sendo esta uma boa densidade, porém mal distribuída. Percebe-se na Figura 25 que a distribuição das estações é desigual, fazendo com que haja um bom monitoramento na região norte do estado, porém fraco no restante.



## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados foram divididos entre os custos dos impactos e Cenários I e II. Os custos-benefícios serão calculados a partir da relação entre os custos com a remediação de impactos e custos com a previsão.

### 5.1 Custo dos impactos

A partir dos dados disponíveis no SINDEC, criou-se um banco de dados referentes aos prejuízos econômicos e sociais e perdas humanas, gerando as informações apresentadas na Tabela 6 e na

Embora as perdas humanas não entrem para o cálculo do custo-benefício da implantação de um novo sistema de alerta contra inundações, os números contabilizados enfatizam os impactos sofridos com tais eventos. Para o período abordado, cerca de 1.403.407 pessoas foram afetadas de alguma forma por inundações apenas no Rio Grande do Sul.

Tabela 7. Os dados coletados são apenas das ocorrências no RS. Destaca-se 2015 como o ano com maiores prejuízos financeiros, informação tal que é coerente com as cheias ocorridas no período. Neste ano, a cidade de Porto Alegre registrou a segunda maior cheia registrada na sua história, perdendo apenas para a ocorrida no ano de 1941. O restante do estado também sofreu o impacto das altas precipitações, culminando em um custo total de R\$ 1.241.014.987,71.

Embora as perdas humanas não entrem para o cálculo do custo-benefício da implantação de um novo sistema de alerta contra inundações, os números contabilizados enfatizam os impactos sofridos com tais eventos. Para o período abordado, cerca de 1.403.407 pessoas foram afetadas de alguma forma por inundações apenas no Rio Grande do Sul.

O custo total devido a inundações chegou a R\$ 3.430.676.688,94 no período entre 2002 e 2019, resultando em uma média anual de R\$ 228.711.779,30. O Apêndice A apresenta a tabela com todos os eventos registrados em cada ano.

**Tabela 6. Custos totais com remediação de impactos gerados por inundações.**

Ano	Prejuízos sociais	Prejuízos econômicos	Custo total
2002	R\$ 8.449.733,36	R\$ 113.282.604,00	R\$ 121.732.337,36
2003	R\$ 1.559.680,00	R\$ 4.658.820,00	R\$ 6.218.500,00

Ano	Prejuízos sociais	Prejuízos econômicos	Custo total
2006	R\$ 12.410,00	R\$ 12.087.162,00	R\$ 12.099.572,00
2007	R\$ 2.268.207,50	R\$ 65.404.546,50	R\$ 67.672.754,00
2008	R\$ 624.140,00	R\$ 33.082.638,00	R\$ 33.706.778,00
2009	R\$ 14.565.862,00	R\$ 732.793.541,03	R\$ 747.359.403,03
2010	R\$ 196.000,00	R\$ 148.406.640,00	R\$ 148.602.640,00
2011	R\$ 3.884.250,00	R\$ 107.778.397,00	R\$ 111.662.647,00
2012	R\$ -	R\$ 11.034.234,63	R\$ 11.034.234,63
2013	R\$ -	R\$ 132.146.138,25	R\$ 132.146.138,25
2014	R\$ -	R\$ 73.940.146,62	R\$ 73.940.146,62
2015	R\$ 174.666.598,56	R\$ 1.066.348.389,15	R\$ 1.241.014.987,71
2016	R\$ 36.448.083,95	R\$ 83.736.921,22	R\$ 120.185.005,17
2017	R\$ 73.457.098,06	R\$ 463.744.545,79	R\$ 537.201.643,85
2019	R\$ 1.257.451,46	R\$ 64.842.449,86	R\$ 66.099.901,32

Embora as perdas humanas não entrem para o cálculo do custo-benefício da implantação de um novo sistema de alerta contra inundações, os números contabilizados enfatizam os impactos sofridos com tais eventos. Para o período abordado, cerca de 1.403.407 pessoas foram afetadas de alguma forma por inundações apenas no Rio Grande do Sul.

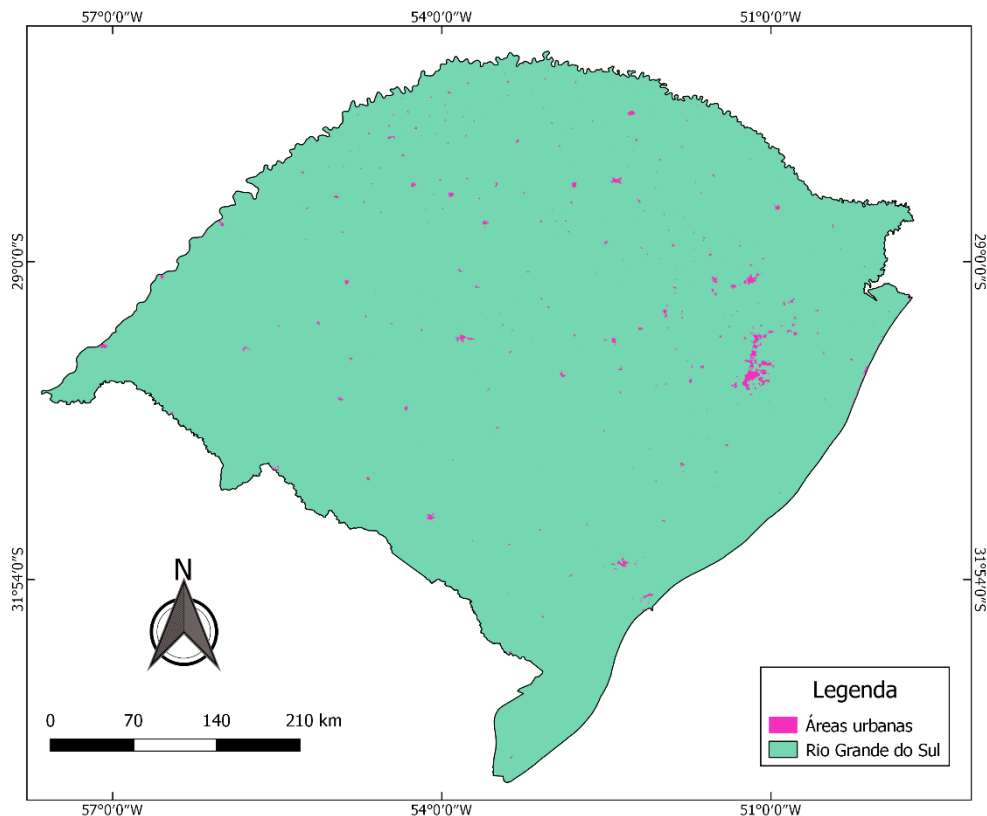
**Tabela 7. Perdas humanas contabilizadas nos eventos de inundação.**

Ano	Desalojadas	Desabrigadas	Deslocadas	Feridas	Enfermas	Mortas	Afetadas
2002	12285	7895	5415	32	415	1	63.897
2003	1460	1699	1389	2	105	1	8.359
2006	-	-	-	-	-	-	2.000
2007	19388	2255	146	-	50	1	55.382
2008	11453	5946	255	6	35		24.938
2009	26720	5713	1183	273	45	11	540.870
2010	1020	515	-	-	-	-	60.325
2011	13289	2979	1225	28	102	1	59.351
2012	2221	60	200	26	108	-	15.479
2013	29315	5138	-	84	477	3	215.120
2014	29371	4364	-	16	3536	-	34.679
2015	54051	8231	-	43	734	2	152.378
2016	13539	861	-	18	6	-	33.008
2017	16387	2781	-	-	1	-	134.387
2019	90	77	-	4	-	-	3.234



## 5.2 Custo relativos à instalação e manutenção de rede hidrometeorológica

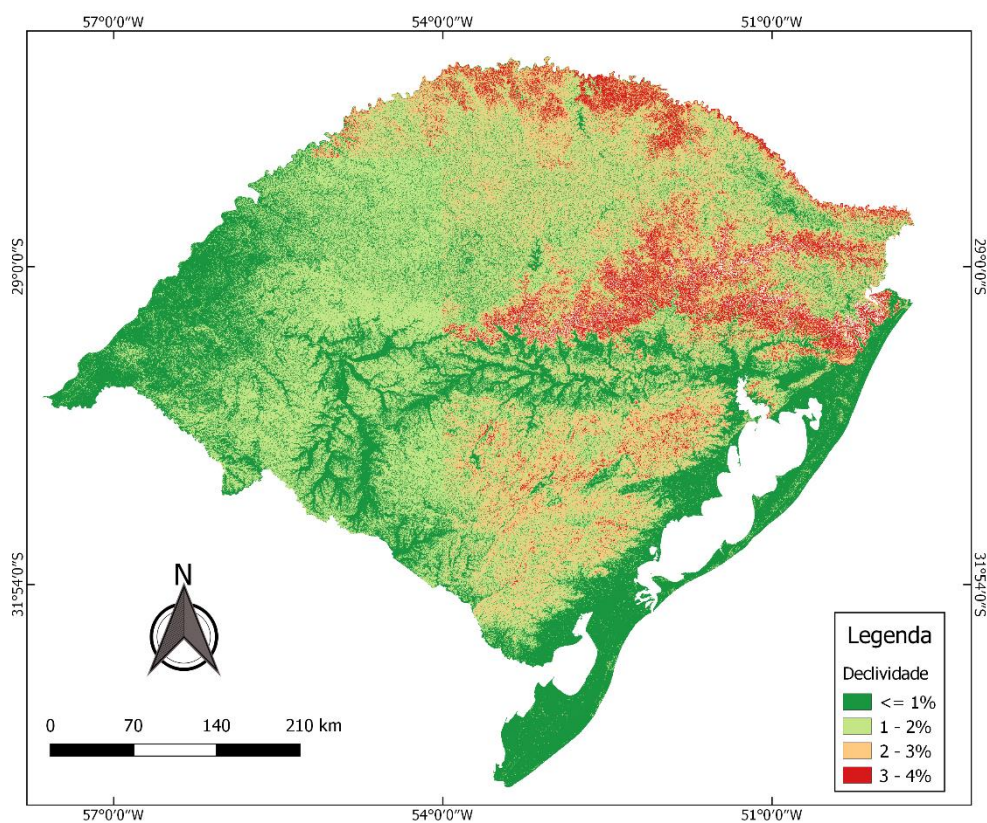
O cálculo da quantidade necessária de estações pluviométricas foi realizado primeiramente obtendo-se a área urbana total do estado, visto que são as regiões que deverão ter a maior densidade de estações, conforme mostrado na Tabela 5. Para isso, utilizou-se o *shapefile* disponibilizado por IBGE (2010), onde são apresentadas as áreas urbanas do Brasil todo. Com o *software* de geoprocessamento QGIS 2.18, definiu-se a área de interesse como sendo apenas o Rio Grande do Sul e calculou-se a soma das áreas urbanas, totalizando 1.415 km<sup>2</sup>, o que equivale a cerca de 1% do território do estado. As áreas urbanas terão uma estação a cada 20 km<sup>2</sup>, quantidade na faixa determinada pela OMM. Dessa forma, estas áreas terão monitoramento mais preciso. A Figura 26 mostra as áreas urbanas contabilizadas.



**Figura 26. Áreas urbanas do Rio Grande do Sul.**

Em seguida, foram definidas as unidades fisiográficas de acordo com a classificação da OMM para densidades de estações (Tabela 5). A região da Planície Costeira possui área de cerca de 33.000 km<sup>2</sup> (TOMAZELLI & VILLWOCK, 2000), portanto, essa área terá uma estação a cada 9.000 km<sup>2</sup>.

Para o restante do território foi necessário determinar-se a declividade do terreno, visto que poderia encaixar-se como plano, ondulado ou montanhoso. A classificação seguiu a norma determinada por EMBRAPA (1979), onde terrenos com declividades de até 3% são classificados como planos, entre 3 e 8% são suavemente ondulados, entre 8 e 20% são ondulados, entre 20 e 45% são fortemente ondulados, entre 45 e 75% são montanhosos e acima disso são escarpados. As declividades foram obtidas através dos *shapefiles* fornecidos por CPRM (2010), onde são disponibilizados esses dados para todo o Brasil com resolução de 90 m. A Figura 27 apresenta o mapa de declividades do Rio Grande do Sul, onde percebe-se que a máxima inclinação encontrada é de 4%. Logo, todo o restante do terreno é classificado como plano ou ondulado, classes que devem possuir a mesma densidade de estações, segundo a OMM.



**Figura 27. Declividades do Rio Grande do Sul**

Portanto, a quantidade total de estações subtrai a área urbana do restante do estado, de forma que a mesma região não seja contabilizada duas vezes. A Tabela 8 apresenta a quantidade final de estações para cada classe, totalizando 117 estações. Para fins de segurança, como haver falha ou danos a alguma estação, serão contabilizadas 120 estações. No entanto, sabe-se que na região Nordeste há a Formação Serra Geral, onde há grandes declividades, as quais não foram

contempladas pela resolução do mapa utilizado. A fim de garantir segurança a estas áreas, considerou-se um total de 150 estações, de forma a ser distribuída uma maior quantidade por essas regiões.

**Tabela 8. Número de estações telemétricas necessárias.**

<b>Classe</b>	<b>Área total (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Área por estação (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Número de estações</b>
Urbana	1.415	20	71
Costeira	33.000	9.000	4
Plana ou suavemente ondulada	237.711	5.750	42

O custo para a implantação da nova rede hidrometeorológica envolve o custo com o equipamento, as taxas de importação, visto que os preços no exterior geralmente são mais baixos, e mão de obra para a instalação. Estes valores foram definidos com base no orçamento da última compra de duas estações meteorológicas realizada pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, cujo documento do processo de importação consta no ANEXO A. O equipamento utilizado para os cálculos foi o *Wireless Vantage Pro2™ with Standard Radiation Shield (#6152)*, da marca *Davis Instruments*, o qual custa US\$ 695,00, equivalente a cerca de R\$ 3.822,50, com a cotação de 19/03/2021, com o dólar valendo R\$ 5,48. As taxas a serem consideradas, em caso de compra por setor público, são as seguintes:

- a. Total de equipamentos: 150 estações totalizam R\$ 573.375,00;
- b. Taxa de variação de 5%: valor contabilizado para possíveis alterações cambiais. Aplicando a taxa ao valor da compra, resulta-se em R\$ 22.935,00;
- c. Taxas bancárias entre os bancos nacionais e exteriores: calculada a partir do orçamento do ANEXO A por uma relação de proporção, estimada em R\$ 17.392,00;
- d. Taxas do despachante: calculada a partir do orçamento do ANEXO A por uma relação de proporção, estimada em R\$ 181.231,00.

Somando o valor total dos equipamentos com todas as taxas, chega-se a um custo arredondado de 800 mil reais. No entanto, como essas estações não medem o nível da água, é necessária a compra de linígrafos. Para isso, foram contabilizados 150 linígrafos com as mesmas taxas aplicadas às estações meteorológicas. Foi obtido um custo total arredondado para 500 mil reais.

Além dos custos com a compra, é necessário calcular-se o custo com a instalação. Para isso, entram nos cálculos os custos com o material para a base de concreto das estações (cimento, areia e brita) e com as diárias da equipe de instalação, estimados da seguinte forma:

- a. Concreto com proporção 1:1:1: um saco de cimento com 50 kg custa cerca de R\$ 22,00 e rende para aproximadamente 10 estações, sendo necessários 12 sacos. Um saco de areia com 20 kg custa R\$ 4,00 e rende para 4 estações, sendo necessários 30 sacos. A brita compra-se por metro cúbico, sendo 1 m<sup>3</sup> suficiente e custando R\$ 90,00. O valor total é de R\$ 474,00;
- b. A diária da equipe de instalação varia bastante, aqui será considerado o valor de R\$ 50,00 por trabalhador. Considerando uma equipe de dois hidrotécnicos, com honorários de R\$ 100,00, e seis meses para a instalação de todos os equipamentos, totaliza-se o valor de R\$ 306.000,00.

Ainda, para o cálculo da vazão a partir do nível d'água, é necessária a medição periódica de vazões para cada ponto, devendo ser contabilizado o valor para o equipamento de medição de vazão. No caso do presente estudo, considerou-se que quatro equipamentos são necessários, um ADCP e um Flow Tracker para cada equipe (considerando 2 equipes de campo). Portanto, estima-se aqui o valor de 800 mil reais para a compra do equipamento, valor que contempla o custo de aquisição de um ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*) e um *Flow Tracker*, utilizando como base o orçamento da compra realizada pela ANA, apresentado no ANEXO B. Dessa forma, o valor total arredondado de investimento inicial na nova rede telemétrica será de R\$ 2.307.000,00.

Tanto para o ano da instalação da rede quanto para os seguintes, é necessária a realização de idas a campo quatro vezes por ano para coleta de novos dados de vazão e nível para a construção e aprimoramento da curva-chave. Além disso, essas idas a campo também seriam utilizadas para a realização da manutenção da rede. Cada ida a campo considera dois hidrotécnicos com honorário de R\$ 100,00 e diárias de R\$ 50,00, sendo consideradas duas equipes que atuem simultaneamente, além da compra de dois carros por ano, com custos de gasolina e manutenção, estimando-se para isto R\$ 150.000,00. Dessa forma, o valor total anual arredondado, considerando ida a todas as estações em um mês, é de R\$ 560.000,00.

Para os anos seguintes à instalação da rede, é necessário considerar falhas de equipamentos, com necessidade de serem completa ou parcialmente substituídos. Para a compra e instalação destes equipamentos, estimou-se o valor como 10% do custo inicial com a nova rede, totalizando R\$ 230.700,00.

Por fim, deve-se considerar também o valor de manutenção do escritório dos hidrotécnicos, sendo este valor anual considerado como R\$ 30.000,00.

### **5.3 Custos com desenvolvimento e operação do sistema de previsão**

Em relação ao sistema de previsão, os custos dividem-se em duas partes: desenvolvimento e operação do sistema. Os valores das duas etapas são calculados considerando o envolvimento de um Engenheiro (ou outro profissional como da área) Júnior e um Sênior, utilizando como base os honorários profissionais da Associação Catarinense dos Engenheiros Ambientais (ACEAMB), apresentados no ANEXO C. O desenvolvimento do sistema conta com as nove etapas explicadas a seguir e contabilizadas na Tabela 9.

- a. Plano de atividades: momento em que são definidas todas as atividades necessárias para o projeto e suas respectivas datas de início e conclusão da atividade;
- b. Coleta, análise e consistência de dados: os dados disponíveis são reunidos (tanto os existentes quanto os da nova rede) e são analisados aspectos como disponibilidade ao longo dos anos, suas respectivas estatísticas, etc. Em caso de falhas nos dados, são utilizados métodos de consistir os dados;
- c. Discretização das bacias para o modelo hidrológico: o modelo hidrológico necessita de informações sobre a bacia hidrográfica a qual se refere, como declividade e extensão, além da delimitação da área da bacia. Essa etapa realiza essa análise para todas as bacias envolvidas;
- d. Calibração e validação do modelo hidrológico: a partir das informações relativas à bacia, são realizadas simulações com precipitações de eventos cujas vazões são conhecidas, de forma que os resultados são comparados aos dados medidos. Dessa forma, diversas simulações são realizadas com alteração dos parâmetros de entrada até que os resultados estejam satisfatoriamente coerentes com as medições.

- e. Acoplamento do modelo a uma interface de previsão: uma vez que o modelo esteja calibrado e validado, é adicionada a interface de previsão, permitindo que os dados de precipitação inseridos como entrada rodem a simulação de previsão;
- f. Ajuste de rotinas de assimilação, pré e pós-processamento: período de ajuste das rotinas computacionais realizados pelo modelo;
- g. Instalação e operacionalização do modelo: momento em que se dará o início da organização para a operação do modelo, quando os desenvolvedores poderão instalar o sistema e realizar os ajustes necessários para o uso nos computadores da sala dos usuários;
- h. Testes de operação do sistema: período considerado para serem utilizados dados atuais e previsões reais, de forma a ser observada a coerência com a realidade;
- i. Acompanhamento da operação do sistema de previsão: período em que o sistema já estará em operação, no entanto os responsáveis pelo seu desenvolvimento continuarão acompanhando a sua utilização a fim de garantirem o bom funcionamento.

**Tabela 9. Custo para desenvolvimento do sistema – projeto de consultoria com duração de um ano.**

Item	Descrição das Atividades	Profissional Júnior			Profissional Sênior			Totais
		Horas Anuais	Valor/hora	Total	Horas Anuais	Valor/hora	Total	
1	Plano de atividades	40	R\$ 150,00	R\$ 6.000,00	20	R\$ 300,00	R\$ 6.000,00	R\$ 12.000,00
2	Coleta, análise e consistência de dados	80	R\$ 150,00	R\$ 12.000,00	40	R\$ 300,00	R\$ 12.000,00	R\$ 24.000,00
3	Discretização das bacias para o modelo hidrológico	120	R\$ 150,00	R\$ 18.000,00	40	R\$ 300,00	R\$ 12.000,00	R\$ 30.000,00
4	Calibração e validação do modelo hidrológico	240	R\$ 150,00	R\$ 36.000,00	60	R\$ 300,00	R\$ 18.000,00	R\$ 54.000,00
5	Acoplamento do modelo a uma interface de previsão	120	R\$ 150,00	R\$ 18.000,00	40	R\$ 300,00	R\$ 12.000,00	R\$ 30.000,00
6	Ajuste de rotinas de assimilação, pré e pós-processamento	120	R\$ 150,00	R\$ 18.000,00	60	R\$ 300,00	R\$ 18.000,00	R\$ 36.000,00
7	Instalação e operacionalização do modelo	200	R\$ 150,00	R\$ 30.000,00	40	R\$ 300,00	R\$ 12.000,00	R\$ 42.000,00
8	Testes de operação do sistema	160	R\$ 150,00	R\$ 24.000,00	20	R\$ 300,00	R\$ 6.000,00	R\$ 30.000,00

9	Acompanhamento da operação do sistema de previsão	240	R\$ 150,00	R\$ 36.000,00	40	R\$ 300,00	R\$ 12.000,00	R\$ 48.000,00
Custo total sem impostos								R\$ 306.000,00
<b>Custo final com 25% de impostos</b>								<b>R\$ 382.500,00</b>

Quanto à operação do sistema, cinco atividades são realizadas continuamente, explicadas a seguir e contabilizadas na Tabela 10:

- a. Rodadas diárias e emissão de boletim diário: o modelo de previsão rodará diariamente com as precipitações atuais, os resultados serão analisados e será gerado posteriormente um boletim informativo das previsões também diariamente. Processo de aproximadamente 4 horas diárias;
- b. Ajustes do modelo e consistência dos dados: o modelo deverá ser avaliado e ajustado sempre que necessário, assim como os dados deverão ser continuamente ajustados. Processo de aproximadamente 10 horas semanais;
- c. Reuniões: envolvem encontros com a defesa civil, órgão ambiental, e outros que possam ser necessárias.
- d. Análise periódica dos resultados: os resultados serão analisados frequentemente de forma mais ampla do que as análises diárias, a fim de ser avaliado se as previsões estão saindo certas ou erradas, locais com maiores e menores índices de acerto, pontos a serem melhorados, entre outros.
- e. Boletins mensais de consolidação: serão apresentados mensalmente boletins com análise de desempenho e dos dados.

**Tabela 10. Custo para operação do sistema de previsão - projeto contínuo mensal**

Item	Descrição das Atividades	Profissional Júnior			Profissional Sênior			Totais
		Horas Mensais	Valor/hora	Total	Horas Mensais	Valor/hora	Total	
1	Rodadas diárias e emissão de boletim diário	100	R\$ 150,00	R\$ 15.000,00	25	R\$ 300,00	R\$ 7.500,00	R\$ 22.500,00
2	Ajustes do modelo e consistência dos dados	40	R\$ 150,00	R\$ 6.000,00	10	R\$ 300,00	R\$ 3.000,00	R\$ 9.000,00
3	Reuniões	48	R\$ 150,00	R\$ 7.200,00	60	R\$ 300,00	R\$ 18.000,00	R\$ 25.200,00

4	Análise periódica dos resultados	80	R\$ 150,00	R\$ 12.000,00	40	R\$ 300,00	R\$ 12.000,00	R\$ 24.000,00
5	Boletins mensais de consolidação	40	R\$ 150,00	R\$ 6.000,00	40	R\$ 300,00	R\$ 12.000,00	R\$ 18.000,00
Custo mensal pessoal técnico sem impostos								R\$ 98.700,00
Custo manutenção escritório para previsão								R\$ 16.000,00
Custo total sem impostos								R\$ 114.700,00
<b>Custo final com 25% de impostos</b>								<b>R\$ 143.375,00</b>

Para o custo com o desenvolvimento do modelo, o valor anual calculado, incluindo uma taxa de 25% de impostos, foi de R\$ 382.500,00. Já o custo para a operação do sistema mensalmente é de R\$ 143.375,00, também considerando 25% de impostos, ou seja, R\$ 1.720.500,00 anualmente.

#### 5.4 Custo-benefício para os cenários

O custo-benefício é calculado dividindo-se o valor das perdas poupadas pelo custo com o sistema de previsão. Pappenberger et al. (2015) ressaltam que as perdas não podem ser todas evitadas, variando conforme as medidas tomadas após o alerta ser emitido. A Tabela 11 mostra a porcentagem de danos evitados devido a cada medida, sendo o máximo relacionado a sistemas de alerta de 36,68%, o que resulta em uma média anual de R\$ 75.131.819,50.

**Tabela 11. Porcentagem de danos evitados devido a cada medida protetora (Adaptado de Pappenberger et al., 2015).**

Medida	Danos evitados
Operações da defesa civil (FDO)	32%
Manutenção do curso d'água (WCM)	0,9%
Operações comunitárias (CBO)	0,36%
Resistência dependente de alerta (WDR)	0,0036%
Conteúdos movidos e evacuados (CME)	5,7%
Medidas pelo alerta com antecedência (FDO + WCM + CBO)	32,85%
Total (FDO + WCM + CBO + WDR + CME)	36,68%

Os custos totais para cada cenário foram divididos entre o primeiro e os demais anos, visto que o primeiro requer investimentos iniciais que não serão necessários futuramente. Dessa forma, os custos de cada cenário são:

- a. Cenário I – primeiro ano:



- Compra e instalação da nova rede completa: R\$ 2.307.000,00;
- Idas a campo quatro vezes por ano para coleta de novos pontos e manutenção da rede, considerando o custo dos carros, valor total anual: R\$ 560.000,00;
- Desenvolvimento e operação do sistema de previsão: R\$ 2.103.000,00.
- Valor total: R\$ 4.970.000,00;

b. Cenário I – demais anos:

- Operação do sistema de previsão: R\$ 1.720.500,00
- Compra e instalação de equipamentos que precisem ser substituídos em caso de danos ou falhas: R\$ 230.700,00;
- Idas a campo quatro vezes por ano para coleta de novos pontos e manutenção da rede, considerando o custo dos carros, valor total anual: R\$ 560.000,00;
- Valor total: R\$ 2.511.200,00;

c. Cenário II – primeiro ano:

- Desenvolvimento e operação do sistema de previsão: R\$ 2.103.000,00;

d. Cenário II – demais anos:

- Operação do sistema de previsão: R\$ 1.720.500,00.

Porém, Pappenberger et al. (2015) também ressaltam o fato de que os modelos de previsão nem sempre irão acertar, havendo dois tipos de falhas: falsos positivos e falsos negativos. Um falso positivo é quando o modelo prevê uma inundação que acaba não acontecendo, havendo prejuízo caso haja mobilização de proteção contra impactos. Já o falso negativo é quando uma inundação não é prevista mas ocorre, não sendo lançado alerta e, conseqüentemente, não havendo nenhuma mobilização para redução de danos. A fim de estimar a taxa de acertos, levantaram o número de inundações registradas pelo EM-DAT e os acertos dos alertas do EFAS para o período entre 2007 e 2013, encontrando um valor de 55% de acertos. O mesmo valor foi usado no presente trabalho, visto que trata-se de um sistema de previsão novo, não sendo possível o

cálculo da taxa de acertos dele. Assim, calculou-se o custo-benefício dos cenários apresentados utilizando a Equação 1, cujos resultados são mostrados na Tabela 12.

**Equação 1**

$$CB = \frac{TA * TP * PT}{CT}$$

Onde CB é o custo-benefício, TA é a taxa de acertos do sistema de previsão (%), TP é a taxa de proteção da medida utilizada após o alerta (%), PT são os prejuízos totais (reais) e CT é o custo total do sistema (reais).

**Tabela 12. Custo-benefício dos cenários conforme medidas de proteção tomadas após o alerta.**

Medida	Custo-benefício			
	Cenário I 1º ano	Cenário I Demais anos	Cenário II	Cenário II Demais anos
Operações da defesa civil (FDO)	R\$ 8,10	R\$ 16,03	R\$ 19,14	R\$ 23,40
Manteneção do curso d'água (WCM)	R\$ 0,23	R\$ 0,45	R\$ 0,54	R\$ 0,66
Operações comunitárias (CBO)	R\$ 0,09	R\$ 0,18	R\$ 0,22	R\$ 0,26
Resistência dependente de alerta (WDR)	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Conteúdos movidos e evacuados (CME)	R\$ 1,44	R\$ 2,86	R\$ 3,41	R\$ 4,17
Medidas pelo alerta com antecedência (FDO + WCM + CBO)	R\$ 8,31	R\$ 16,46	R\$ 19,65	R\$ 24,02
Total (FDO + WCM + CBO + WDR + CME)	R\$ 9,28	R\$ 18,37	R\$ 21,94	R\$ 26,82

Além da taxa de acertos, Pappenberger et al. (2015) considera a evolução do sistema de previsão com o tempo, comparando resultados obtidos em diferentes períodos de dados. Novamente, não é possível realizar tal análise visto que o sistema é novo, então foi feita a estimativa de melhora para 20 anos, considerando o primeiro ano no cálculo. A Tabela 13 apresenta o custo-benefício dos dois cenários para uma evolução de 10, 20 e 30%, considerando as medidas de proteção na melhor estimativa, com 32,85% de redução de danos.

**Tabela 13. Custo-benefício previsto em 20 anos de utilização de cada cenário considerando evoluções no sistema.**

		Cenário I	Cenário II
Evolução	0%	R\$ 17,52	R\$ 26,52
	10%	R\$ 20,70	R\$ 31,35
	20%	R\$ 23,89	R\$ 36,17
	30%	R\$ 27,07	R\$ 40,99

## 5.5 Discussões

Percebe-se que o custo-benefício do Cenário II é mais elevado do que o obtido para o Cenário I. Isto era esperado, uma vez que o Cenário II pressupõem que os custos com os dados serão oriundos de outras fontes.

Foram utilizadas, em ambos cenários, as mesmas taxas de acertos para ambos os cenários, de forma que desconsiderou-se a melhor qualidade da rede hidrometeorológica nova, visto que seria projetada para abranger corretamente áreas principalmente importantes para previsão de cheias, o que não acontece, por exemplo, na rede já existente. Devido à falta de dados, não foi estimada a diferença de acertos de cada Cenário, mas sabe-se que com mais dados, há maior precisão nas previsões.

Também é interessante notar o aumento do custo-benefício com a evolução do sistema, o que incentiva a avaliação constante dos resultados e melhorias possíveis. Porém, mesmo sem evolução em relação à atual taxa de acertos, há custo-benefício positivo, sugerindo que existe o interesse econômico neste investimento.

## 6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O presente trabalho teve como objetivo a determinação da viabilidade econômica de um sistema de previsão de cheias a partir da estimativa do custo-benefício da sua implantação a partir de informações sobre desastres naturais ocorridos no Rio Grande do Sul causados por eventos de cheias. Para alcançá-lo foram obtidos os custos com perdas financeiras no período de 2002 a 2019, obtendo-se a média anual de R\$ 228.711.779,30.

Após, definiu-se um primeiro cenário, onde foi considerada a instalação e operação de uma nova rede de estações telemétricas, e um segundo, onde foi considerada a utilização dos dados disponíveis na rede já existente. Para ambos, calculou-se o custo com estudos primários e com a realização de simulações diárias. Dessa forma, considerando ausência total de falhas nos resultados das previsões, o primeiro cenário obteve um custo-benefício máximo de R\$ 9,28 para o primeiro ano e R\$ 18,37 para os seguintes. Já para o segundo cenário, essa relação foi de R\$ 21,94 para o primeiro ano e de R\$ 26,82 para os seguintes.

Como o sistema possui falhas nas previsões, estimou-se também o valor do custo-benefício considerando falhas das previsões, com acontecimento de falsos negativos e falsos positivos. Com a taxa de acertos estimada como 55% (adotada como sendo a mesma de Pappenberger et al., 2015), o Cenário I alcançou um custo-benefício de R\$ 17,52 economizados para cada real investido no sistema, enquanto para o Cenário II esse valor foi de R\$ 26,52. Para a melhor estimativa, em que a taxa de acertos é de 85%, o Cenário I alcançou um custo-benefício de R\$ 27,07 economizados para cada real investido no sistema, enquanto para o Cenário II esse valor foi de R\$ 40,99.

Como certos valores utilizados nos cálculos podem variar muito, com destaque para as taxas de importação dos equipamentos, assim como a quantidade de honorários a serem pagos para a sua instalação, visto que pode ser necessário um período ou uma equipe maior ou menor para serem todos instalados, os resultados obtidos possuem uma margem de erro. Os valores de prejuízos utilizados na análise possivelmente são muito subestimados, visto que percebe-se a ausência de alguns eventos no banco de dados utilizados, como a cheia do rio Forqueta em 2017. Os custos com a compra de estações também pode estar subestimado, caso sejam adquiridos equipamentos de marcas mais caras e robustas.

No entanto, considerando-se os elevados valores de custo-benefício calculados confirma-se que é vantajoso economicamente investir em prevenção do que em remediação. Destaca-se a necessidade da união de medidas protetivas após a emissão do alerta de risco de inundação.

Ressalta-se também que a instalação de um sistema de previsão não exclui a utilidade dos outros sistemas de prevenção explicados no Capítulo 3. O zoneamento, por exemplo, pode ser aplicado em conjunto com a previsão, de forma a não serem ocupadas as zonas de maior risco de inundação, com as zonas que possuem risco menor ainda sendo o alvo de proteção do sistema de previsão.

Recomenda-se que estudos futuros realizem a análise da relação custo-benefício da instalação de um sistema de monitoramento para regiões menores, de forma a serem mais detalhados e aprofundados os resultados obtidos. A análise poderia ser feita para uma bacia hidrográfica pequena ou para um município, o que permitiria maior exatidão em relação aos hidrogrames gerados em cada ponto da região de estudo conforme a precipitação. Por exemplo, para uma precipitação uniforme ao longo de uma bacia, o nível do rio elevaria mais no exutório do que na nascente, podendo gerar um impacto consideravelmente maior.

## REFERÊNCIAS

- ALFIERI, L.; DOTTORI, F.; SALAMON, P.; WU, W.; FEYEN, L. **Global modelling of seasonal mortality rates from river floods**. American Geophysical Union, 2020.
- AMARAL, R.; SANTORO, J.; TOMINAGA, L.K. (2009). **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.
- BARROS, J. R. **A chuva no Distrito Federal: o regime e as excepcionalidades do ritmo**. 2003. 221 p. (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro.
- BERTONI, J.C.; TUCCI, C.E.M. **Inundações urbanas na América do Sul**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003. Disponível em: Acesso em: 12 mai. 2017.
- BORBA, M.L. (2015). **Rio Pinheiros, de novo: por águas claras do rio Pinheiros**. Águas do Mundo. Disponível em: <<https://aguasdomundo.wordpress.com/tag/retificacoes-rios/>>. Acesso em 11 de nov. de 2020.
- BRASIL. IBGE (2010). **Censo Demográfico de 2010**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?uf=43>>. Acesso em: 01 mar. 2021.
- BRASIL. IBGE (2020). **Censo Demográfico de 2020**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/panorama>>. Acesso em: 01 mar. 2021.
- BRIGUENTI, E.C.; CARPI JR., S; DAGNINO, R.S. (2007). **Identificação de riscos hidrogeomorfológicos em unidades geossistêmicas da bacia do ribeirão das Anhumas, Campinas/SP**. In: XII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Natal. DGE/UFRN, 2007, 20p.
- BROLLO, M.J.; FERREIRA, C.J.; TOMINAGA, L.K.; VEDOVELLO, R.; SILVA, P.C.F.; ANDRADE, E.; GUEDES, A.C.M. (2011). **Situações dos desastres e riscos no Estado de São Paulo e instrumentos de gestão**. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, 13, São Paulo, 2011, Anais, São Paulo: ABGE, CD-ROM, 10p.

CPRM, Serviço Geológico do Brasil (2010). **Mapa de Declividade em Percentual do Relevo Brasileiro**. Disponível em: < <http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Gestao-Territorial/Mapa-de-Declividade-em-Percentual-do-Relevo-Brasileiro-3497.html>>. Acesso em 30 de mar de 2021.

CHUVA deixa mais de 12 mil pessoas fora de casa no ES em 27 municípios. **G1 ES**. Disponível em: <<https://g1.globo.com/es/espírito-santo/noticia/2020/01/28/chuva-deixa-mais-de-12-mil-pessoas-fora-de-casa-no-es-em-27-municipios.ghtml>>. Acesso em 8 de nov. de 2020.

CLARK, K. Richmond north dike work to begin next week. **Richmond News**. Disponível em: < <https://www.richmond-news.com/news/richmond-north-dike-work-to-begin-next-week-1.24076572>>. Acesso em 11 de nov. de 2020.

COLLISCHONN, E.; RAUBER, A. (2004). **Inundação x crescimento urbano – estudo de caso na cidade de Venâncio Aires**. In: Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais, 1, Florianópolis. GEDN/UFSC, p.288-296.

COPERNICUS. **The Global Flood Awareness System – GloFAS**. European Commission. Disponível em: < <https://www.globalfloods.eu/> >. Acesso em 18 de nov. de 2020.

CORDERO, A.; MEDEIROS, P.A.; TERAN, A.L. **Medidas de controle de cheias e erosões**. Universidade Regional de Blumenau.

COSTA, F.R. (2010). **Inundações urbanas no semiárido nordestino: o caso da cidade de Pau dos Ferros – RN**. Dissertação de Mestrado ao Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2010.

COWAN, Y.; O'BRIEN, E.; RAKOTONDRANDRIA, N.R. **Sistema de Alerta Prévio de Base Comunitária: Práticas Fundamentais para Implementadores de RRC**. OCHA e FAO, 2014.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **SACE – Sistema de Alerta de Eventos Críticos**. Disponível em: <<https://www.cprm.gov.br/sace/>>. Acesso em 11 de nov. de 2020.

CUIABÁ. Prefeitura (2008). **Plano Diretor de Desenvolvimento Estratégico de Cuiabá**. Instituto de Planejamento e Desenvolvimento Urbano-IPDU (org. por Adriana Bussiki Santos). Cuiabá: Entrelinhas, 2008.

CURY, R. (2014). **O Parque Marinha do Brasil em Porto Alegre RS**. RGS TUR, 2014.

ENCHENTE é a quarta maior da história. A HORA, 2020. Disponível em: <<https://grupoahora.net.br/conteudos/2020/07/09/enchente-esta-entre-as-maiores-da-historia/>>. Acesso em 10 de out. de 2020.

FILHO, K.Z; MARTINS, J.R.S; PORTO, M.F.A.; CUCIO, M.S. (2012). **Coleção Águas Urbanas. Fascículo 3: Inundações Urbanas**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental.

FREIRE, N.C.F; BONFIM, C.V.; NATENZON, C.E. (2014). **Vulnerabilidade socioambiental, inundações e repercussões na saúde em regiões periféricas: o caso de Alagoas, Brasil**. *Ciência & saúde coletiva* 19. <https://doi.org/10.1590/1413-81232014199.07572014>

FREITAS JR., D.S.; SALES, M.C.L. (2009). **Tendências de precipitação para a cidade de Fortaleza entre os anos 1974-1998**. In: 12º Encontro de Geógrafos da América Latina – EGAL, Montevideo, p. 1-12.

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ (2020). Secretaria dos Recursos Hídricos. Segurança de Barragens.

GALDINO, S.; SILVA, J.S.V. (2006). **Análise da inundação de Agosto de 1998 a jusante da cidade de Miranda – MS, no Pantanal**. Simpósio de Geotecnologias no Pantanal. Campo Grande, Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p. 67-76.

GIACOMELLI, L.; NECTOUX, M.; FAN, F.; FLEISCHMANN, A.; SIQUEIRA, V.; COLLISCHONN, W.; CUSTÓDIO, M. (2019). **Previsão de cheias e produção de avisos no estado do Rio Grande do Sul através da Sala de Situação SEMA/RS e modelo MGB**. XXIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Foz do Iguaçu, PR.

GLOBO COMUNICAÇÃO E PARTICIPAÇÕES S.A. **Porto Alegre tem rede ampla de diques, mas ainda precisa de investimento**. 2010.

GUIMARAENS, R. **A Enchente de 41**. Editora Libretos, 4ª edição, p. 99, 2011.



HASAN, M.K. (2018). **Flood Warning System: A Cost- Benefit Analysis of the Northern Bangladesh**. Dissertação de Mestrado em Disaster Management, BRAC University.

IMAGENS aéreas mostram estragos causados pelas chuvas em Itaperuna, no RJ. **G1**. Disponível em: <<https://g1.globo.com/rj/norte-fluminense/noticia/2020/01/26/imagens-aereas-mostram-estragos-causados-pelas-chuvas-em-itaperuna-no-rj.ghtml>>. Acesso em: 8 de nov. de 2020.

LEAL, H. (2011). **A curiosa história do Engenheiro Billings**. Engeducs – Educação e Engenharia. Disponível em: < <https://engeducs.wordpress.com/2011/10/>>. Acesso em 11 de nov. de 2020.

LOPEZ, A.; PEREZ, E.C.; BAZO, J.; SUAREZ, P.; HURK, B; AALST, M. **Bridging forecast verification and humanitarian decisions: A valuation approach for setting up action-oriented early warnings**. Weather and Climate Extremes 27, 2017.

MACHADO, O.J.; POLEZA, M.M. **Medidas estruturais e não estruturais implementadas para minimizer impactos com as inundações no município de Taió**. Centro Universitário para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí.

MAFFRA, C. Q.T., MAZZOLA, M. **As razões dos desastres em território brasileiro**. In.: SANTOS, R. F. dos (Org.). Vulnerabilidade ambiental. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007. p. 9 - 12 .

MENEZES FILHO, F.C.M; AMARAL, D.B. (2013). **Histórico da expansão urbana e ocorrência de inundações na cidade de Cuiabá-MT**. Soc. & Nat., Uberlândia, 26 (1): 159-170.

METROPLAN. **Plano Metropolitano de Proteção Contra Cheias**. Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional, 2018.

NATUSCH, I. **No meio do caminho, há um muro**. Jornal do Comércio, 2018.

PADOVANI, C.R.; JÚNIOR, L.C; BONAFE, P.; VETTORAZZI, C.A.; DIAS, R.A.P.; DIAS, C.T.S.; SHIMABUKURO, Y.E.; GIRARD, P. (2011). **Sistema de Monitoramento e Alerta de Inundações e Secas no Pantanal**. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil.

PAPPENBERGER, F.; CLOKE, H.L.; PARKER, D.J.; WETTERHALL, F.; RICHARDSON, D.S.; THIELEN, J. **The monetary benefit of early flood warnings in Europe**. *Environmental Science & Policy*, p. 278-291. 2015.

PEREIRA FILHO, A.J.; HALLAK, R.; BARROS, M.T.L. (2004). **Aspectos socioeconômicos e hidrometeorológicos das enchentes na região metropolitana de São Paulo no período de 2000 a 2004**. In: Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais, 1. Florianópolis: GEDN/UFSC, p.633-642.

PINTO, A.G.N.; CARVALHO, J.A.L; SANTOS, H.M.C; CRUZ, M.J.M. **As grandes enchentes do Amazonas, na década de 1970, e sua associação com a migração para Manaus**. Reunião Regional da SBPC em Tabatinga-Tabatinga/AM. 2009.

PISANI, M.A.J.; BRUNA, G.C. (2011). **How To Minimize Urban Flooding: Permissible Architecture And Urban Planning**. In. *Engevista*, V. 13, n. 1. p. 40-45.

RAI, R.K.; HOMBERG, M.J.C.; GHIMIRE, G.P.; MCQUISTAN, C. (2020). **Cost-benefit analysis of flood early warning system in the Karnali River Basin of Nepal**. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, v. 47.

REGO, T.L; BARROS, J.R. (2013). **Alagamentos e inundações em Goiânia: uma análise a partir da imprensa local e dos registros da Defesa Civil**. *Revista Formação*, n.21, volume 1 – p. 170-185.

REIS, R.; SANTOS, L.; MATOS, J. **Sistema de Alerta Contra Inundações Sensoriado (SAIS) para comunidades ribeirinhas no Amazonas como método de prevenção aos riscos das cheias**. *Revista Geonorte*, 5(20), p. 476-480. 2014.

RICCI, L.; CRUZ, M.M.; SILVA, C.; RIBEIRO, L. (2020). Mancha de inundação: veja o mapa dos municípios em emergência por causa da chuva em Minas. **Estado de Minas Gerais**. Disponível em: <[https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2020/02/14/interna\\_gerais,1121786/veja-mapa-dos-municipios-em-emergencia-por-cao-da-chuvas-em-minas.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2020/02/14/interna_gerais,1121786/veja-mapa-dos-municipios-em-emergencia-por-cao-da-chuvas-em-minas.shtml)>. Acesso em 8 de nov. de 2020.

RIO Doce ultrapassa cota de inundação em Colatina, ES. **G1 ES**. Disponível em: <<https://g1.globo.com/es/espírito-santo/noticia/2020/01/27/rio-doce-atinge-cota-de-inundacao-em-colatina-es.ghml>>. Acesso em 8 de nov. de 2020.

RIO GRANDE DO SUL. (2014). 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: estudos de viabilidade e hierarquização das alternativas**. Porto Alegre: Metroplan, 2014. 61 p.

RODRIGUES, M; COSTA, M.; FILHO, C. **Proposta de um Método para Previsão de Cheias Sazonais Utilizando Redes Neurais Artificiais: Uma Aplicação ao Rio Amazonas**. In: Workshop de Computação Aplicada à Gestão do Meio Ambiente e Recursos Naturais (WCAMA) 6, Recife, 2015.

SALES, N.; REBELLO, E.; FÁTIMA, J. **As maiores “cheias” e “secas” no Amazonas e as influências dos fenômenos “El niño”, “La niña”, “ODP” e “OMA”**. Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). 2009.

SILVA, A.C.C.; CARVALHO, J.A.L. (2018). **Cheias na Amazônia: estudo socioambiental na cidade de Tefé – AM**. Revista Geonorte, 9(33), 170-174. <https://doi.org/10.21170/geonorte.2018.V.9.N.33.170.174>

SILVA, D.E. (2019). **Previsão hidroeconômica de curto prazo com modelo de redes neurais artificiais: aplicação à bacia do rio Caí**. 131 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Porto Alegre.

SILVA, D.E.; BUFFON, F.T. (2020). **Avaliação econômica da operação do Sistema de Alerta Hidrológico da bacia do rio Caí entre os anos de 2009 e 2020**. II Encontro Nacional de Desastres. Associação Brasileira de Recursos Hídricos.

SILVA, D.F.; SOUSA, F.A.S; KAYANO, M.T. et al. (2008). **Acompanhamento climático das bacias hidrográficas do rio Mundaú (AL e PE) e do rio Paraíba (PB)**. Revista Engenharia Ambiental. Espírito Santo do Pinhal, v.5, n.3, p. 79-93.

SILVEIRA, A.L.L (2020). **Chuvas e vazões da grande enchente de 1941 em Porto Alegre/RS**. **Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, n. 35, p. 69-90.

SILVEIRA, W.N.; KOBAYAMA, M. (2007). **Histórico de inundação em Joinville/SC – Brasil, no período de 1851-2007**. In: XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, São Paulo. ABRH, 2007, 16p.

SIMÕES, M.S. (2012). **Petrologia do complexo máfico-ultramáfico Mata Grande, São Sepé, RS**. Trabalho de Conclusão de Curso de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SMITH, P.; PAPPENBERGER, F.; WETTERHALL, F.; THIELEN, J.; KRZEMINKI, B.; SALAMON, P.; MURARO, D.; KALAS, M.; BAUGH, C. (2016). **On the operational implementation of the European Flood Awareness System (EFAS)**. ECMWF Technical Memoranda 778.

TUCCI, C.E.M., Org. (1993). **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. Coleção ABRH de Recursos Hídricos,. Vol. 4, Editora da Universidade/Edusp/ABRH, Porto Alegre.

TUCCI, C.E.M. (2005). **Gestão de Água Pluviais Urbanas. Ministério das Cidades**. Global Water Partnership, WolrdBank, Unesco.

TOMAZELLI, L.J. & VILLWOCK, J.A. (2000). O Cenozóico Costeiro do Rio Grande do Sul. In: HOLZ, M & DE ROS, L.F. (eds.). **Geologia do Rio Grande do Sul**. P. 375-406.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA. **Regiões Fisiográficas**. Disponível em: <<http://coralx.ufsm.br/ifcrs/fisiografia.htm>>. Acesso em 10 de fev. de 2021.

WOLLMANN, C.A. (2014). **Enchentes no Rio Grande do Sul no Século XXI**. Mercator, Fortaleza, v. 13, n. 1, p. 79-91, jan./abr.

## **APÊNDICE A – Eventos de inundações nos municípios gaúchos**

Ano	Data	Locais atingidos	Custo total	Prejuízos Sociais	Prejuízos Econômicos	Nível de intensidade	Padrão evolutivo
2000	23-Feb	Maximiliano de Almeida, Pouso Novo, Arroio do Meio, Progresso e Marquês de Souza	-			-	-
2000	2-Jul	Cacique Doble	-			-	-
2000	3-Jul	Ibiraiaras, Caxias do Sul e Lagoa Vermelha	-			-	-
2000	26-May	Triunfo e General Câmara	-			-	-
2000	13-Jul	Tapejara, Jaquirana e Guaporé	-			-	-
2000	15-Feb	Maquiné	-			-	-
2000	15-Feb	Três Forquilhas	-			-	-
2002	7-Oct	Amaral Ferrador	R\$ 5.300,00		R\$ 5.300,00	Grande	Súbito e previsível
2002	24-Apr	Arroio Grande	R\$ 14.976.500,00		R\$ 14.976.500,00	Grande	Gradual e previsível
2002	12-Oct	Cachoeira do Sul	R\$ 12.690.275,00	R\$ 30.218,00	R\$ 12.660.057,00	Grande	Súbito e imprevisível
2002	11-Jun	Charqueadas	R\$ 98.900,00	R\$ 1.400,00	R\$ 97.500,00	Grande	Gradual e previsível
2002	26-Apr	Cristal	R\$ 1.607.675,00		R\$ 1.607.675,00	Grande	Súbito e previsível
2002	25-Apr	Dom Pedrito	R\$ 8.603.000,00	R\$ 1.718.000,00	R\$ 6.885.000,00	Muito Grande	Súbito e imprevisível
2002	4-Dec	Dom Pedrito	R\$ 1.788.000,00	R\$ 1.460.000,00	R\$ 328.000,00	Grande	Gradual e imprevisível
2002	25-Nov	Entre-Ijuís	R\$ 1.493.297,00	R\$ 1.470,00	R\$ 1.491.827,00	Grande	-
2002	29-Apr	Herval	R\$ 141.270,00		R\$ 141.270,00	Grande	Súbito e imprevisível
2002	27-Jul	Esteio	R\$ 2.120.710,00	R\$ 26.340,00	R\$ 2.094.370,00	Médio	Súbito e previsível
2002	12-Jun	Estrela	R\$ 706.399,00	R\$ 4.298,00	R\$ 702.101,00	Grande	Gradual e imprevisível
2002	15-Oct	Estrela Velha	R\$ 3.314.000,00	R\$ 35.000,00	R\$ 3.279.000,00	Grande	Gradual e imprevisível
2002	13-Jun	General Câmara	R\$ 568.360,00		R\$ 568.360,00	Grande	Gradual e previsível
2002	10-May	Eugênio Castro	R\$ 36.600,00	R\$ 12.000,00	R\$ 24.600,00	Grande	-
2002	22-Oct	Ibarama	R\$ 2.724.288,00		R\$ 2.724.288,00	Grande	Gradual e imprevisível
2002	31-Oct	Ibirapuitã	R\$ 2.726.540,00		R\$ 2.726.540,00	Grande	-
2002	1-Oct	Itaqui	R\$ 21.857.483,25	R\$ 1.330.781,25	R\$ 20.526.702,00	Grande	Súbito e previsível
2002	6-Nov	Jacuizinho	R\$ 1.452.100,00		R\$ 1.452.100,00	Grande	Gradual e imprevisível
2002	24-Apr	Jaguarão	R\$ 117.554,00		R\$ 117.554,00	Muito Grande	Súbito e imprevisível
2002	8-Oct	Jaguari	R\$ 2.562.106,00		R\$ 2.562.106,00	Grande	Gradual e previsível
2002	12-Jun	Lajeado	R\$ -			Grande	Gradual e previsível

Ano	Data	Locais atingidos	Custo total	Prejuízos Sociais	Prejuízos Econômicos	Nível de intensidade	Padrão evolutivo
2002	6-Oct	Lavras do Sul	R\$ 1.062.680,00	R\$ 210.000,00	R\$ 852.680,00	Grande	Súbito e previsível
2002	7-Oct	Manoel Viana	R\$ 1.597.550,00	R\$ 245.200,00	R\$ 1.352.350,00	Grande	Gradual e imprevisível
2002	11-Oct	Nova Esperança do Sul	R\$ 1.407.600,00	R\$ 304.000,00	R\$ 1.103.600,00	Grande	Súbito e imprevisível
2002	14-Jun	Novo Hamburgo	R\$ 804.500,00		R\$ 804.500,00	Grande	Gradual e previsível
2002	24-Apr	Pedro Osório	R\$ 769.000,00		R\$ 769.000,00	Médio	Súbito e previsível
2002	24-Apr	Piratini	R\$ 278.000,00	R\$ 78.000,00	R\$ 200.000,00	Médio	Súbito e imprevisível
2002	11-Sep	Quaraí	R\$ 377.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 357.000,00	Grande	Súbito e imprevisível
2002	28-Aug	Rio Grande	R\$ 3.466.040,00		R\$ 3.466.040,00	Grande	Gradual e previsível
2002	11-Oct	Rio Pardo	R\$ 6.968.550,00	R\$ 7.930,00	R\$ 6.960.620,00	Grande	Gradual e imprevisível
2002	28-Apr	Rosário do Sul	R\$ 5.095.384,11	R\$ 678.510,11	R\$ 4.416.874,00	Grande	Súbito e previsível
2002	12-Oct	Rosário do Sul	R\$ 1.467.565,00	R\$ 626.666,00	R\$ 840.899,00	Médio	Súbito e previsível
2002	25-Apr	Santa Vitória do Palmar	R\$ 154.200,00	R\$ 1.000,00	R\$ 153.200,00	Grande	Gradual e imprevisível
2002	11-Oct	São Francisco de Assis	R\$ 3.902.500,00	R\$ 25.000,00	R\$ 3.877.500,00	Grande	Gradual e imprevisível
2002	11-Oct	São Gabriel	R\$ 144.280,00	R\$ 11.020,00	R\$ 133.260,00	Médio	Súbito e previsível
2002	9-Jun	São Sebastião do Caí	R\$ 321.000,00	R\$ 15.000,00	R\$ 306.000,00	Grande	-
2002	8-Oct	São Vicente do Sul	R\$ 4.714.000,00		R\$ 4.714.000,00	Grande	-
2002	11-Dec	Sobradinho	R\$ 3.679.650,00		R\$ 3.679.650,00	Grande	Súbito e imprevisível
2002	30-Oct	Tio Hugo	R\$ 3.707.600,00	R\$ 1.500.000,00	R\$ 2.207.600,00	Grande	Gradual e imprevisível
2002	21-Oct	Tupanciretã	R\$ 453.881,00		R\$ 453.881,00	Grande	Gradual e imprevisível
2002	7-Feb	Turuçu	R\$ 409.000,00	R\$ 73.000,00	R\$ 336.000,00	Grande	Súbito e imprevisível
2002	11-Oct	Uruguaiana	R\$ 1.095.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 1.075.000,00	Grande	Gradual e previsível
2002	20-May	Viamão	R\$ 267.000,00	R\$ 14.900,00	R\$ 252.100,00	Médio	Súbito e imprevisível
2003	28-Apr	Dom Pedrito	R\$ 2.368.000,00	R\$ 1.450.000,00	R\$ 918.000,00	Médio	Gradual e imprevisível
2003	20-Feb	Estrela	R\$ 156.500,00		R\$ 156.500,00	Médio	-
2003	21-Feb	Lajeado	R\$ -			Médio	Gradual e imprevisível
2003	9-Jul	Montenegro	R\$ 220.000,00	R\$ 50.000,00	R\$ 170.000,00	Grande	Gradual e previsível
2003	27-Apr	Quaraí	R\$ 626.000,00	R\$ 10.000,00	R\$ 616.000,00	Grande	Súbito e imprevisível
2003	9-Jul	São Sebastião do Caí	R\$ 618.960,00	R\$ 49.680,00	R\$ 569.280,00	Grande	Súbito e previsível
2003	8-Jul	São Vendelino	R\$ 108.000,00		R\$ 108.000,00	Médio	Súbito e imprevisível
2003	8-Jul	Venâncio Aires	R\$ 2.121.040,00		R\$ 2.121.040,00	Grande	Súbito e imprevisível

Ano	Data	Locais atingidos	Custo total	Prejuízos Sociais	Prejuízos Econômicos	Nível de intensidade	Padrão evolutivo
2006	24-Nov	Santa Margarida do Sul	R\$ 12.099.572,00	R\$ 12.410,00	R\$ 12.087.162,00	Grande	Gradual e previsível
2007	5-Mar	Barra do Ribeiro	R\$ 3.780.190,00	R\$ 1.310,00	R\$ 3.778.880,00	Grande	Súbito e imprevisível
2007	23-Sep	Bom Princípio	R\$ 8.414.750,00	R\$ 56.600,00	R\$ 8.358.150,00	Médio	Gradual e previsível
2007	24-Sep	Bom Retiro do Sul	R\$ 577.800,00		R\$ 577.800,00	Médio	Gradual e previsível
2007	16-Oct	Cachoeira do Sul	R\$ 814.834,00		R\$ 814.834,00	Médio	Gradual e imprevisível
2007	28-Nov	Charqueadas	R\$ 202.000,00		R\$ 202.000,00	Médio	Gradual e previsível
2007	24-Sep	Colinas	R\$ 1.114.170,00	R\$ 8.910,00	R\$ 1.105.260,00	Médio	Gradual e previsível
2007	25-Sep	Eldorado do Sul	R\$ 8.549.990,00	R\$ 74.820,00	R\$ 8.475.170,00	Grande	Gradual e previsível
2007	23-Sep	Espumoso	R\$ 2.158.000,00		R\$ 2.158.000,00	Grande	Súbito e imprevisível
2007	23-Sep	Fontoura Xavier	R\$ 336.000,00		R\$ 336.000,00	Grande	Súbito e previsível
2007	11-Jul	Montenegro	R\$ 290.000,00	R\$ 120.000,00	R\$ 170.000,00	Grande	Gradual e previsível
2007	10-Jun	Mostardas	R\$ 5.148.640,00	R\$ 16.000,00	R\$ 5.132.640,00	Médio	Súbito e previsível
2007	23-Sep	Nova Alvorada	R\$ 572.000,00		R\$ 572.000,00	Grande	Súbito e imprevisível
2007	24-Sep	Pareci Novo	R\$ 7.441.950,00	R\$ 457.850,00	R\$ 6.984.100,00	Grande	Gradual e previsível
2007	25-Sep	São Jerônimo	R\$ 3.725.580,00	R\$ 40.580,00	R\$ 3.685.000,00	Médio	Gradual e previsível
2007	24-Sep	São João do Polêsine	R\$ 471.000,00		R\$ 471.000,00	Médio	Gradual e previsível
2007	24-Sep	São Sebastião do Caí	R\$ 11.306.785,00	R\$ 68.600,00	R\$ 11.238.185,00	Grande	Gradual e previsível
2007	23-Sep	Taquari	R\$ 2.649.590,00		R\$ 2.649.590,00	Médio	Gradual e previsível
2007	4-Mar	Torres	R\$ 10.119.475,00	R\$ 1.423.537,50	R\$ 8.695.937,50	Grande	Súbito e imprevisível
2008	26-Oct	Arroio do Meio	R\$ 1.919.400,00	R\$ 36.900,00	R\$ 1.882.500,00	Médio	Gradual e imprevisível
2008	27-Oct	Bom Retiro do Sul	R\$ 81.610,00		R\$ 81.610,00	Médio	Gradual e previsível
2008	26-Oct	Colinas	R\$ 1.781.190,00	R\$ 46.040,00	R\$ 1.735.150,00	Médio	Gradual e previsível
2008	28-Oct	Cruzeiro do Sul	R\$ 7.052.470,00	R\$ 5.280,00	R\$ 7.047.190,00	Médio	Gradual e previsível
2008	26-Oct	Encantado	R\$ 3.332.800,00	R\$ 160.000,00	R\$ 3.172.800,00	Médio	Gradual e previsível
2008	27-Oct	Estrela	R\$ 4.530.610,00	R\$ 44.220,00	R\$ 4.486.390,00	Médio	Gradual e previsível
2008	6-Nov	Itaqui	R\$ 653.094,00	R\$ 10.000,00	R\$ 643.094,00	Médio	Gradual e previsível
2008	26-Oct	Muçum	R\$ 1.035.000,00	R\$ 15.000,00	R\$ 1.020.000,00	Médio	Gradual e imprevisível
2008	27-Oct	Roca Sales	R\$ 3.990.900,00	R\$ 19.500,00	R\$ 3.971.400,00	Médio	Gradual e previsível
2008	26-Oct	Santa Tereza	R\$ 765.640,00	R\$ 39.500,00	R\$ 726.140,00	Médio	Gradual e previsível
2008	27-Oct	Taquari	R\$ 4.330.704,00	R\$ 247.700,00	R\$ 4.083.004,00	Médio	Gradual e previsível
2008	27-Oct	Venâncio Aires	R\$ 4.233.360,00		R\$ 4.233.360,00	Médio	Gradual e previsível



Ano	Data	Locais atingidos	Custo total	Prejuízos Sociais	Prejuízos Econômicos	Nível de intensidade	Padrão evolutivo
2009	19-Nov	Aceguá	R\$ 5.570.240,00	R\$ 116.140,00	R\$ 5.454.100,00	Médio	Gradual e previsível
2009	21-Nov	Alegrete	R\$ 17.108.290,00	R\$ 131.200,00	R\$ 16.977.090,00	Médio	Gradual e imprevisível
2009	27-Nov	Arambaré	R\$ 347.804,67	R\$ 83.630,00	R\$ 264.174,67	-	-
2009	13-Nov	Araricá	R\$ 5.583.080,00	R\$ 28.080,00	R\$ 5.555.000,00	Médio	Gradual e previsível
2009	4-Dec	Arroio do Tgre	R\$ 551.231,44		R\$ 551.231,44	Médio	Gradual e previsível
2009	29-Sep	Barra do Guarita	R\$ 1.259.300,00		R\$ 1.259.300,00	Médio	Súbito e previsível
2009	27-Sep	Bom Retiro do Sul	R\$ 6.200,00		R\$ 6.200,00	Médio	Gradual e previsível
2009	23-Nov	Cacequi	R\$ 7.646.150,00	R\$ 55.000,00	R\$ 7.591.150,00	Grande	Gradual e previsível
2009	19-Nov	Cachoeira do Sul	R\$ 9.664.648,00	R\$ 3.535.000,00	R\$ 6.129.648,00	Grande	Gradual e previsível
2009	23-Nov	Candelária	R\$ 679.960,00		R\$ 679.960,00	Médio	Gradual e previsível
2009	19-Nov	Camaquã	R\$ 4.361.282,00	R\$ 33.000,00	R\$ 4.328.282,00	Grande	Súbito e previsível
2009	30-Jan	Capão do Leão	R\$ 23.094.370,00	R\$ 119.000,00	R\$ 22.975.370,00	Grande	Súbito e previsível
2009	23-Nov	Cerrito	R\$ 3.076.000,00	R\$ 350.000,00	R\$ 2.726.000,00	Médio	Súbito e previsível
2009	2-Dec	Cerro Branco	R\$ 2.416.000,00		R\$ 2.416.000,00	Médio	Gradual e previsível
2009	14-Sep	Charqueadas	R\$ 22.020,00		R\$ 22.020,00	Médio	Gradual e imprevisível
2009	18-Nov	Cristal	R\$ 18.381.870,00	R\$ 156.690,00	R\$ 18.225.180,00	Grande	Gradual e previsível
2009	3-Dec	Dilermando de Aguiar	R\$ 1.966.550,00		R\$ 1.966.550,00	Médio	Gradual e previsível
2009	27-Nov	Dois Irmãos das Missões	R\$ 1.787.800,00		R\$ 1.787.800,00	Médio	Gradual e previsível
2009	2-Dec	Dona Francisca	R\$ 3.295.690,00		R\$ 3.295.690,00	Médio	Gradual e previsível
2009	13-Sep	Estrela	R\$ 4.000,00		R\$ 4.000,00	Pequeno	Súbito e previsível
2009	25-Nov	Estrela Velha	R\$ 7.913.530,00		R\$ 7.913.530,00	Médio	Gradual e previsível
2009	3-Dec	Formigueiro	R\$ 572.249,57		R\$ 572.249,57	Médio	Gradual e previsível
2009	4-Dec	Ibarama	R\$ 8.425.170,00		R\$ 8.425.170,00	Médio	Gradual e previsível
2009	8-Sep	Ibirubá	R\$ 180.000,00		R\$ 180.000,00	Médio	Gradual e previsível
2009	10-Dec	Ibirubá	R\$ 22.263.400,00		R\$ 22.263.400,00	Médio	Gradual e previsível
2009	27-Nov	Jaguari	R\$ 14.652.020,00	R\$ 124.160,00	R\$ 14.527.860,00	Médio	Gradual e previsível
2009	22-Nov	Jari	R\$ 14.601.760,00		R\$ 14.601.760,00	Médio	Gradual e previsível
2009	3-Dec	Maçambará	R\$ 6.528.900,00	R\$ 119.100,00	R\$ 6.409.800,00	Médio	Gradual e previsível
2009	14-Nov	Minas do Leão	R\$ 23.165.400,00	R\$ 119.000,00	R\$ 23.046.400,00	Grande	Gradual e previsível
2009	8-Dec	Mostardas	R\$ 11.400.150,00	R\$ 34.080,00	R\$ 11.366.070,00	Grande	Gradual e previsível
2009	30-Nov	Nova Palma	R\$ 11.765.000,00		R\$ 11.765.000,00	Médio	Gradual e previsível

Ano	Data	Locais atingidos	Custo total	Prejuízos Sociais	Prejuízos Econômicos	Nível de intensidade	Padrão evolutivo
2009	27-Nov	Novo Cabrais	R\$ 6.563.628,00		R\$ 6.563.628,00	Médio	Gradual e previsível
2009	14-Sep	Novo Hamburgo	R\$ 2.921.900,00	R\$ 12.900,00	R\$ 2.909.000,00	Médio	Gradual e previsível
2009	27-Nov	Novo Tiradentes	R\$ 2.070.470,00	R\$ 1.932,00	R\$ 2.068.538,00	Médio	Gradual e previsível
2009	24-Nov	Pantano Grande	R\$ 7.299.550,00		R\$ 7.299.550,00	Médio	Gradual e previsível
2009	27-Nov	Paraíso do Sul	R\$ 815.692,00		R\$ 815.692,00	Médio	Gradual e previsível
2009	14-Nov	Pareci Novo	R\$ 4.269.000,00	R\$ 150.000,00	R\$ 4.119.000,00	Grande	Gradual e imprevisível
2009	19-Nov	Pedro Osório	R\$ 4.639.470,00	R\$ 1.013.120,00	R\$ 3.626.350,00	Médio	Gradual e previsível
2009	29-Jan	Pelotas	R\$ 41.859.970,00	R\$ 5.273.510,00	R\$ 36.586.460,00	Grande	Gradual e imprevisível
2009	25-Feb	Progresso	R\$ 86.900,00		R\$ 86.900,00	Médio	Gradual e previsível
2009	26-Nov	Progresso	R\$ 5.363.530,00		R\$ 5.363.530,00	Médio	Gradual e previsível
2009	7-Nov	Quaraí	R\$ 4.999.000,00	R\$ 153.000,00	R\$ 4.846.000,00	Médio	Gradual e previsível
2009	23-Nov	Restinga Seca	R\$ 20.207.720,00		R\$ 20.207.720,00	Médio	Gradual e previsível
2009	22-Nov	Rio Pardo	R\$ 33.059.900,00		R\$ 33.059.900,00	Médio	Gradual e previsível
2009	20-Nov	Rosário do Sul	R\$ 64.565.054,00		R\$ 64.565.054,00	Médio	Gradual e imprevisível
2009	7-Dec	Santa Cruz do Sul	R\$ 7.312.000,00		R\$ 7.312.000,00	Médio	Gradual e previsível
2009	21-Nov	Santa Maria	R\$ 8.395.850,00		R\$ 8.395.850,00	Médio	Gradual e previsível
2009	12-Sep	Santa Tereza	R\$ 144.110,00		R\$ 144.110,00	Grande	Gradual e imprevisível
2009	21-Nov	São Francisco de Assis	R\$ 27.995.280,00		R\$ 27.995.280,00	Grande	Gradual e previsível
2009	22-Nov	São Gabriel	R\$ 97.408.600,00	R\$ 675.000,00	R\$ 96.733.600,00	Grande	Gradual e previsível
2009	14-Sep	São Jerônimo	R\$ 12.291.329,35		R\$ 12.291.329,35	Médio	Súbito e previsível
2009	29-Jan	São Lourenço do Sul	R\$ 2.896.930,00		R\$ 2.896.930,00	Grande	Gradual e previsível
2009	13-Nov	São Sebastião do Caí	R\$ 10.474.500,00	R\$ 552.500,00	R\$ 9.922.000,00	Grande	Gradual e previsível
2009	20-Nov	São Sepé	R\$ 12.342.500,00		R\$ 12.342.500,00	Médio	Gradual e previsível
2009	16-Dec	Sinimbu	R\$ 11.428.220,00		R\$ 11.428.220,00	Médio	Gradual e previsível
2009	23-Nov	Sobradinho	R\$ 6.961.210,00	R\$ 17.000,00	R\$ 6.944.210,00	Médio	Gradual e previsível
2009	27-Sep	Taquara	R\$ 1.652.184,00		R\$ 1.652.184,00	Médio	Súbito e previsível
2009	18-Nov	Tavares	R\$ 6.662.000,00	R\$ 62.500,00	R\$ 6.599.500,00	Médio	Gradual e previsível
2009	10-Dec	Toropi	R\$ 1.987.850,00		R\$ 1.987.850,00	Médio	Gradual e previsível
2009	26-Sep	Três Coroas	R\$ 9.765.810,00	R\$ 320.000,00	R\$ 9.445.810,00	Grande	Gradual e previsível
2009	27-Nov	Triunfo	R\$ 14.009.000,00		R\$ 14.009.000,00	Médio	Gradual e imprevisível
2009	18-Dec	Unistalda	R\$ 2.984.110,00	R\$ 910.120,00	R\$ 2.073.990,00	Médio	Gradual e previsível

Ano	Data	Locais atingidos	Custo total	Prejuízos Sociais	Prejuízos Econômicos	Nível de intensidade	Padrão evolutivo
2009	25-Nov	Uruguaiana	R\$ 27.480.000,00	R\$ 417.000,00	R\$ 27.063.000,00	Médio	Súbito e previsível
2009	27-Nov	Vale Verde	R\$ 4.995.780,00	R\$ 3.200,00	R\$ 4.992.580,00	Médio	Gradual e previsível
2009	4-Dec	Vale do Sol	R\$ 30.850.060,00		R\$ 30.850.060,00	Médio	Gradual e previsível
2009	13-Sep	Venâncio Aires	R\$ 1.115.650,00		R\$ 1.115.650,00	Médio	Gradual e imprevisível
2009	26-Nov	Vera Cruz	R\$ 21.194.580,00		R\$ 21.194.580,00	Médio	Gradual e previsível
2009	30-Nov	Vila Nova do Sul	R\$ 3.083.700,00		R\$ 3.083.700,00	Médio	Gradual e previsível
2010	27-Apr	Barra do Guarita	R\$ 913.850,00		R\$ 913.850,00	Médio	Gradual e previsível
2010	4-Jan	Canudos do Vale	R\$ 3.482.170,00		R\$ 3.482.170,00	Médio	Gradual e previsível
2010	4-Jan	Doutor Ricardo	R\$ 2.600.000,00		R\$ 2.600.000,00	Médio	Gradual e previsível
2010	4-Jan	Faxinal do Soturno	R\$ 4.793.000,00	R\$ 196.000,00	R\$ 4.597.000,00	Grande	Gradual e previsível
2010	4-Jan	Novo Cabrais	R\$ 8.028.770,00		R\$ 8.028.770,00	Médio	Gradual e previsível
2010	5-Jan	Santa Cruz do Sul	R\$ 71.243.500,00		R\$ 71.243.500,00	Médio	Gradual e previsível
2010	4-Jan	São João do Polêsine	R\$ 4.746.330,00		R\$ 4.746.330,00	Médio	Gradual e previsível
2010	4-Jan	Sobradinho	R\$ 8.258.410,00		R\$ 8.258.410,00	Médio	Gradual e previsível
2010	5-Jan	Vale do Sol	R\$ 8.306.730,00		R\$ 8.306.730,00	Médio	Gradual e previsível
2010	4-Jan	Venâncio Aires	R\$ 14.767.450,00		R\$ 14.767.450,00	Médio	Gradual e previsível
2010	5-Jan	Vera Cruz	R\$ 21.462.430,00		R\$ 21.462.430,00	Médio	Gradual e previsível
2011	14-Feb	Bom Jesus	R\$ 6.803.510,00	R\$ 1.223.500,00	R\$ 5.580.010,00	Médio	Gradual e previsível
2011	20-Jul	Bom Retiro do Sul	R\$ 966.500,00		R\$ 966.500,00	Médio	Gradual e imprevisível
2011	22-Jul	Campo Bom	R\$ 2.557.189,00	R\$ 410.000,00	R\$ 2.147.189,00	Grande	Gradual e imprevisível
2011	20-Jul	Encantado	R\$ 7.911.330,00	R\$ 45.250,00	R\$ 7.866.080,00	Médio	-
2011	6-Feb	Esteio	R\$ 889.000,00		R\$ 889.000,00	Médio	Súbito e previsível
2011	21-Jul	Estrela	R\$ 12.684.402,00	R\$ 1.710.000,00	R\$ 10.974.402,00	Médio	Gradual e previsível
2011	25-Mar	Lagoa dos Três Cantos	R\$ 1.813.000,00		R\$ 1.813.000,00	Médio	Súbito e imprevisível
2011	21-Jul	Lajeado	R\$ 913.000,00		R\$ 913.000,00	Grande	Gradual e imprevisível
2011	10-Aug	Montenegro	R\$ 11.348.200,00	R\$ 128.200,00	R\$ 11.220.000,00	Médio	Gradual e imprevisível
2011	21-Jul	Muçum	R\$ 1.949.000,00	R\$ 105.000,00	R\$ 1.844.000,00	Médio	Gradual e imprevisível
2011	21-Jul	Pareci Novo	R\$ 3.339.000,00	R\$ 175.000,00	R\$ 3.164.000,00	Grande	Gradual e imprevisível
2011	21-Jul	Putinga	R\$ 4.751.880,00		R\$ 4.751.880,00	Grande	Gradual e imprevisível
2011	21-Jul	Santa Tereza	R\$ 2.482.500,00	R\$ 15.000,00	R\$ 2.467.500,00	Médio	Gradual e previsível
2011	22-Jul	São Jerônimo	R\$ 3.604.400,00	R\$ 35.300,00	R\$ 3.569.100,00	Médio	Gradual e previsível

Ano	Data	Locais atingidos	Custo total	Prejuízos Sociais	Prejuízos Econômicos	Nível de intensidade	Padrão evolutivo
2011	20-Jul	Taquara	R\$ 4.772.000,00	R\$ 37.000,00	R\$ 4.735.000,00	Médio	Gradual e imprevisível
2011	22-Jul	Taquari	R\$ 44.877.736,00		R\$ 44.877.736,00	Grande	Gradual e imprevisível
2012	9-Oct	Quaraí	R\$ 812.564,63		R\$ 812.564,63	-	-
2012	7-Oct	Nova Hartz	R\$ 1.638.713,00		R\$ 1.638.713,00	-	-
2012	19-Sep	Barão do Triunfo	R\$ 2.736.010,00		R\$ 2.736.010,00	-	-
2012	19-Sep	Amaral Ferrador	R\$ 5.288.000,00		R\$ 5.288.000,00	-	-
2012	15-Sep	Alvorada	R\$ 558.947,00		R\$ 558.947,00	-	-
2013	26-Nov	São Gabriel	R\$ 3.635.047,00		R\$ 3.635.047,00	-	-
2013	25-Nov	São Sebastião do Caí	R\$ 4.267.845,00		R\$ 4.267.845,00	-	-
2013	18-Dec	Restinga Seca	R\$ 68.568,00		R\$ 68.568,00	-	-
2013	23-Nov	Gravataí	R\$ 10.486.863,00		R\$ 10.486.863,00	-	-
2013	19-Nov	Esteio	R\$ 776.320,00		R\$ 776.320,00	-	-
2013	4-Nov	Rio Pardo	R\$ 252.222,00		R\$ 252.222,00	-	-
2013	30-Oct	Esteio	R\$ 8.063.819,09		R\$ 8.063.819,09	-	-
2013	1-Nov	Sapucaia do Sul	R\$ 17.731.864,45		R\$ 17.731.864,45	-	-
2013	9-Sep	Parobé	R\$ 6.473.911,00		R\$ 6.473.911,00	-	-
2013	4-Sep	Alvorada	R\$ 15.312.907,45		R\$ 15.312.907,45	-	-
2013	5-Sep	Campo Bom	R\$ 4.617.199,43		R\$ 4.617.199,43	-	-
2013	19-Sep	Nova Santa Rita	R\$ 2.600.130,00		R\$ 2.600.130,00	-	-
2013	6-Sep	Montenegro	R\$ 10.392.558,00		R\$ 10.392.558,00	-	-
2013	6-Sep	São Leopoldo	R\$ 20.150.337,52		R\$ 20.150.337,52	-	-
2013	3-Sep	Eldorado do Sul	R\$ 1.399.880,75		R\$ 1.399.880,75	-	-
2013	30-Aug	Pareci Novo	R\$ 630.083,00		R\$ 630.083,00	-	-
2013	4-Sep	Arroio do Meio	R\$ 2.339.775,04		R\$ 2.339.775,04	-	-
2013	29-Aug	São Sebastião do Caí	R\$ 5.955.312,00		R\$ 5.955.312,00	-	-
2013	23-Sep	Santo Antônio da Patrulha	R\$ 1.800.045,00		R\$ 1.800.045,00	-	-
2013	12-Nov	Dois Lajeados	R\$ 6.002,00		R\$ 6.002,00	-	-
2013	19-Nov	Venâncio Aires	R\$ 335.116,00		R\$ 335.116,00	-	-
2013	9-Sep	Bom Retiro do Sul	R\$ 150.000,00		R\$ 150.000,00	-	-
2013	11-Sep	Estrela	R\$ 99.135,52		R\$ 99.135,52	-	-
2013	3-Sep	Cachoeirinha	R\$ 940.188,00		R\$ 940.188,00	-	-
2013	3-Sep	Sapiranga	R\$ 45.001,00		R\$ 45.001,00	-	-
2013	5-Sep	Gravataí	R\$ 13.616.008,00		R\$ 13.616.008,00	-	-
2014	6-Oct	Itaqui	R\$ 300.098,00		R\$ 300.098,00	-	-
2014	9-Oct	São Borja	R\$ 800.000,00		R\$ 800.000,00	-	-
2014	3-Oct	Porto Vera Cruz	R\$ 200.000,00		R\$ 200.000,00	-	-
2014	9-Jul	São Jerônimo	R\$ 1.312.007,00		R\$ 1.312.007,00	-	-

Ano	Data	Locais atingidos	Custo total	Prejuízos Sociais	Prejuízos Econômicos	Nível de intensidade	Padrão evolutivo
2014	29-Jul	Eldorado do Sul	R\$ 3.062.435,00		R\$ 3.062.435,00	-	-
2014	30-Jul	Barra do Quaraí	R\$ 8.000,00		R\$ 8.000,00	-	-
2014	14-Jul	Uruguaiana	R\$ 9.297.130,10		R\$ 9.297.130,10	-	-
2014	7-Jul	Itaqui	R\$ 20.022.819,00		R\$ 20.022.819,00	-	-
2014	3-Jul	São João da Urtiga	R\$ 1.150.038,00		R\$ 1.150.038,00	-	-
2014	9-Jul	Garruchos	R\$ 934.936,00		R\$ 934.936,00	-	-
2014	30-Jul	São Borja	R\$ 8.808.606,32		R\$ 8.808.606,32	-	-
2014	4-Jul	Pirapó	R\$ 38.401,00		R\$ 38.401,00	-	-
2014	4-Jul	Alecrim	R\$ 1.875.302,00		R\$ 1.875.302,00	-	-
2014	4-Jul	Roque Gonzales	R\$ 185.046,00		R\$ 185.046,00	-	-
2014	4-Jul	Porto Lucena	R\$ 3.665.450,00		R\$ 3.665.450,00	-	-
2014	4-Jul	Porto Mauá	R\$ 1.810.695,00		R\$ 1.810.695,00	-	-
2014	7-Jul	Porto Xavier	R\$ 5.175.220,00		R\$ 5.175.220,00	-	-
2014	5-Jul	Tiradentes do Sul	R\$ 601.794,20		R\$ 601.794,20	-	-
2014	8-Jul	Barra do Guarita	R\$ 3.800.218,00		R\$ 3.800.218,00	-	-
2014	10-Jul	Caiçara	R\$ 1.472.095,00		R\$ 1.472.095,00	-	-
2014	4-Jul	Charrua	R\$ 30.011,00		R\$ 30.011,00	-	-
2014	18-Jul	Miraguaí	R\$ 2.779.060,00		R\$ 2.779.060,00	-	-
2014	14-Jul	Esperança do Sul	R\$ 1.700.820,00		R\$ 1.700.820,00	-	-
2014	10-Jul	Pinheirinho do Vale	R\$ 2.215.862,00		R\$ 2.215.862,00	-	-
2014	18-Jul	Novo Xingu	R\$ 531.623,00		R\$ 531.623,00	-	-
2014	29-Jul	Rio dos Índios	R\$ 650.062,00		R\$ 650.062,00	-	-
2014	9-Jul	Aratiba	R\$ 192.035,00		R\$ 192.035,00	-	-
2014	29-Jul	Erval Grande	R\$ 1.055.026,00		R\$ 1.055.026,00	-	-
2014	3-Jul	Porto Vera Cruz	R\$ 265.357,00		R\$ 265.357,00	-	-
2015	30-Dec	Manoel Viana	R\$ 24.880.901,00	R\$ 7.771.200,00	R\$ 17.109.701,00	-	-
2015	30-Dec	Paraíso do Sul	R\$ 7.980.653,00	R\$ 129.000,00	R\$ 7.851.653,00	-	-
2015	29-Dec	São Borja	R\$ 77.929.808,00	R\$ 100.000,00	R\$ 77.829.808,00	-	-
2015	28-Dec	Itaqui	R\$ 10.075.727,10	R\$ 210.000,00	R\$ 9.865.727,10	-	-
2015	29-Dec	Rio Pardo	R\$ 42.900.000,00	R\$ -	R\$ 42.900.000,00	-	-
2015	28-Dec	Alegrete	R\$ 28.460.570,95	R\$ 177.689,95	R\$ 28.282.881,00	-	-
2015	4-Jan	Cachoeira do Sul	R\$ 66.453.882,64	R\$ 10.952.410,00	R\$ 55.501.472,64	-	-
2015	24-Dec	Jaguari	R\$ 8.769.226,00	R\$ 390.000,00	R\$ 8.379.226,00	-	-
2015	23-Dec	Uruguaiana	R\$ 221.173.493,00	R\$ 72.176.846,00	R\$ 148.996.647,00	-	-
2015	24-Dec	Quaraí	R\$ 14.989.860,00	R\$ 3.800.000,00	R\$ 11.189.860,00	-	-
2015	28-Dec	Barra do Quaraí	R\$ 20.490.901,00	R\$ 40.000,00	R\$ 20.450.901,00	-	-
2015	5-Jan	Rosário do Sul	R\$ 57.911.107,95	R\$ -	R\$ 57.911.107,95	-	-
2015	8-Jan	São Gabriel	R\$ 143.355.563,00	R\$ -	R\$ 143.355.563,00	-	-

Ano	Data	Locais atingidos	Custo total	Prejuízos Sociais	Prejuízos Econômicos	Nível de intensidade	Padrão evolutivo
2015	22-Oct	São Lourenço do Sul	R\$ 31.850.567,50	R\$ 151.429,00	R\$ 31.699.138,50	-	-
2015	15-Oct	Uruguaiana	R\$ 50.324.043,10	R\$ 7.513.546,10	R\$ 42.810.497,00	-	-
2015	15-Oct	Bom Princípio	R\$ 26.439.370,01	R\$ 5.237.052,00	R\$ 21.202.318,01	-	-
2015	19-Oct	Itaqui	R\$ 220.110,00	R\$ 25.000,00	R\$ 195.110,00	-	-
2015	21-Oct	Gravataí	R\$ 44.141.005,00	R\$ 995.000,00	R\$ 43.146.005,00	-	-
2015	20-Oct	Esteio	R\$ 15.498.268,00	R\$ 3.170.000,00	R\$ 12.328.268,00	-	-
2015	16-Oct	Alegrete	R\$ 22.957.166,00	R\$ 10.952.000,00	R\$ 12.005.166,00	-	-
2015	21-Oct	Alvorada	R\$ 19.148.758,56	R\$ 6.526.099,44	R\$ 12.622.659,12	-	-
2015	26-Oct	Eldorado do Sul	R\$ 24.571.676,45	R\$ 8.319.615,24	R\$ 16.252.061,21	-	-
2015	13-Oct	Rio Pardo	R\$ 28.844.292,00	R\$ 7.796.580,00	R\$ 21.047.712,00	-	-
2015	22-Oct	Porto Alegre	R\$ 92.757.380,25	R\$ 19.858.602,07	R\$ 72.898.778,18	-	-
2015	10-Oct	São Jerônimo	R\$ 10.742.378,86	R\$ 1.968.176,86	R\$ 8.774.202,00	-	-
2015	14-Oct	Venâncio Aires	R\$ 11.485.583,50	R\$ 695.601,00	R\$ 10.789.982,50	-	-
2015	21-Oct	São Sebastião do Caí	R\$ 11.096.324,00	R\$ 2.078.000,00	R\$ 9.018.324,00	-	-
2015	17-Oct	Cachoeira do Sul	R\$ 21.423.383,90	R\$ 2.741.518,00	R\$ 18.681.865,90	-	-
2015	16-Oct	Santa Tereza	R\$ 4.599.426,68	R\$ 31.732,90	R\$ 4.567.693,78	-	-
2015	14-Oct	Jaguari	R\$ 7.206.696,00	R\$ 859.500,00	R\$ 6.347.196,00	-	-
2015	31-Jul	Portão	R\$ 70.071,00	R\$ -	R\$ 70.071,00	-	-
2015	30-Jul	Uruguaiana	R\$ 49.438,00	R\$ -	R\$ 49.438,00	-	-
2015	21-Jul	Itaqui	R\$ 723.158,00	R\$ -	R\$ 723.158,00	-	-
2015	27-Jul	São Borja	R\$ 200.000,00	R\$ -	R\$ 200.000,00	-	-
2015	26-Jul	Porto Xavier	R\$ 209.035,50	R\$ -	R\$ 209.035,50	-	-
2015	24-Jul	Porto Mauá	R\$ 612.279,00	R\$ -	R\$ 612.279,00	-	-
2015	21-Jul	São Sebastião do Caí	R\$ 2.547.307,00	R\$ -	R\$ 2.547.307,00	-	-
2015	24-Jul	São Jerônimo	R\$ 4.050.019,00	R\$ -	R\$ 4.050.019,00	-	-
2015	24-Jul	Esperança do Sul	R\$ 170.012,00	R\$ -	R\$ 170.012,00	-	-
2015	23-Jul	Pinheirinho do Vale	R\$ 956.130,00	R\$ -	R\$ 956.130,00	-	-
2015	24-Jul	Barra do Guarita	R\$ 835.437,00	R\$ -	R\$ 835.437,00	-	-
2015	24-Jul	Taquara	R\$ 1.230.951,76	R\$ -	R\$ 1.230.951,76	-	-
2015	3-Aug	Gravataí	R\$ 42.209.068,00	R\$ -	R\$ 42.209.068,00	-	-
2015	21-Jul	Alvorada	R\$ 37.785.787,00	R\$ -	R\$ 37.785.787,00	-	-
2015	9-Jul	Anta Gorda	R\$ 50.001,00	R\$ -	R\$ 50.001,00	-	-
2015	20-Jan	Itaqui	R\$ 570.170,00	R\$ -	R\$ 570.170,00	-	-
2015	29-Jan	São Borja	R\$ 68.000,00	R\$ -	R\$ 68.000,00	-	-
2016	24-Oct	São Jerônimo	R\$ 9.609.999,90	R\$ 508.961,90	R\$ 9.101.038,00	-	-
2016	22-Oct	Eldorado do Sul	R\$ 8.910.433,48	R\$ 4.572.474,48	R\$ 4.337.959,00	-	-
2016	19-Oct	Montenegro	R\$ 33.233.339,33	R\$ 20.166.881,07	R\$ 13.066.458,26	-	-
2016	19-Oct	São Sebastião do Caí	R\$ 25.950.217,00	R\$ 5.830.000,00	R\$ 20.120.217,00	-	-
2016	19-Oct	Bom Princípio	R\$ 38.213.017,76	R\$ 5.349.768,80	R\$ 32.863.248,96	-	-

Ano	Data	Locais atingidos	Custo total	Prejuízos Sociais	Prejuízos Econômicos	Nível de intensidade	Padrão evolutivo
2016	27-Oct	Santa Tereza	R\$ 4.267.997,70	R\$ 19.997,70	R\$ 4.248.000,00	-	-
2017	20-Sep	Quaraí	R\$ 353.601,00	R\$ -	R\$ 353.601,00	-	-
2017	14-Jun	Eldorado do Sul	R\$ 3.364.800,00	R\$ 2.614.300,00	R\$ 750.500,00	-	-
2017	21-Jun	Estrela	R\$ 743.927,68	R\$ -	R\$ 743.927,68	-	-
2017	28-Jun	Lajeado	R\$ 5.001,00	R\$ -	R\$ 5.001,00	-	-
2017	9-Jun	Cachoeirinha	R\$ 301.153,00	R\$ 300.150,00	R\$ 1.003,00	-	-
2017	7-Jun	Barra do Quaraí	R\$ 8.216.232,00	R\$ 165.850,00	R\$ 8.050.382,00	-	-
2017	22-Jun	Protásio Alves	R\$ 95.001,00	R\$ 15.000,00	R\$ 80.001,00	-	-
2017	12-Jun	Canoas	R\$ 64.406.136,85	R\$ 31.600.885,85	R\$ 32.805.251,00	-	-
2017	5-Jun	Alecrim	R\$ 6.038.993,00	R\$ 450.000,00	R\$ 5.588.993,00	-	-
2017	2-Jun	Porto Vera Cruz	R\$ 4.088.366,50	R\$ 678.344,10	R\$ 3.410.022,40	-	-
2017	5-Jun	Cachoeira do Sul	R\$ 7.755.875,00	R\$ 2.050.000,00	R\$ 5.705.875,00	-	-
2017	2-Jun	Porto Mauá	R\$ 1.866.129,00	R\$ 198.000,00	R\$ 1.668.129,00	-	-
2017	31-May	Uruguaiana	R\$ 48.660.750,00	R\$ 1.825.000,00	R\$ 46.835.750,00	-	-
2017	5-Jun	Barra do Guarita	R\$ 2.086.433,83	R\$ 669.123,83	R\$ 1.417.310,00	-	-
2017	31-May	Ponte Preta	R\$ 2.165.413,00	R\$ 828.166,00	R\$ 1.337.247,00	-	-
2017	31-May	São Borja	R\$ 35.687.871,00	R\$ 1.934.000,00	R\$ 33.753.871,00	-	-
2017	28-May	São Jerônimo	R\$ 6.815.407,60	R\$ 673.495,60	R\$ 6.141.912,00	-	-
2017	2-Jun	São Sebastião do Caí	R\$ 7.563.048,00	R\$ 168.000,00	R\$ 7.395.048,00	-	-
2017	5-Jun	Arroio do Meio	R\$ 1.980.005,00	R\$ 780.000,00	R\$ 1.200.005,00	-	-
2017	29-May	Arroio Grande	R\$ 500.012,00	R\$ 130.000,00	R\$ 370.012,00	-	-
2017	30-May	Itaqui	R\$ 265.010.422,79	R\$ 1.475.601,55	R\$ 263.534.821,24	-	-
2017	9-Jun	Montenegro	R\$ 32.542.073,88	R\$ 20.166.881,07	R\$ 12.375.192,81	-	-
2017	16-May	Dom Pedrito	R\$ 18.903.405,60	R\$ 3.502.500,00	R\$ 15.400.905,60	-	-
2017	13-Apr	Alegrete	R\$ 12.520.720,12	R\$ 1.733.300,06	R\$ 10.787.420,06	-	-
2017	11-Apr	Quaraí	R\$ 5.530.865,00	R\$ 1.498.500,00	R\$ 4.032.365,00	-	-
2019	19-Nov	Cachoeira do Sul	R\$ 21.655.791,00	R\$ 751.600,00	R\$ 20.904.191,00	-	-
2019	29-Jan	Santa Margarida do Sul	R\$ 40.013.653,52	R\$ 344.409,26	R\$ 39.669.244,26	-	-
2019	22-Jan	Camaquã	R\$ 316.001,80	R\$ 161.442,20	R\$ 154.559,60	-	-
2019	25-Jan	Jaguari	R\$ 4.114.455,00	R\$ -	R\$ 4.114.455,00	-	-

## **ANEXO A – Orçamento da importação de estações meteorológicas**



Exp.: 25030/DIR  
 PROF. Masatato Kobiyama  
 Exportador: Davis Instruments Corp

**ESTIMATIVA DE CUSTOS**

TAXA DO DOLAR		3,250000
TAXA DA MOEDA	USD	3,250000

VALOR FOB		
	USD	2.400,00

VALOR FOB		(A)
	REAL	7.800,00

5% DE VARIAÇÃO (4)	390,00	
<b>TOTAL (A+4) (B)</b>	<b>8.190,00</b>	para uso da Importação

BANCO		
CC - COM.		162,50
CONTRATO		81,25
SWFIT		52,00
IR		-
<b>TOTAL (C)</b>		<b>295,75</b>

DESPACHANTE (estimado)		796,00
ARMAZENAGEM (estimado)		
5,75% FOB (6)		448,50
FRETE AÉREO (estimado) (7)		1.537,25
PUBLIC. NO D.O.U. (estimado) (8)		300,00
SEGURO		-
<b>TOTAL(5+6+7) (D)</b>		<b>3.081,75</b>

**TOTAL DESPESAS (C+D) (E)** 3.377,50

SUBTOTAL 11.567,50

**PASEP** 115,68

**TOTAL** 11.683,18

\* Aeroporto de embarque: Hayward, California 94545 USA MIA- M 28/092016

Peso:

**ANEXO B – Orçamento da compra de equipamentos pela Agência Nacional  
de Águas**

443001.22019.11764.4796.5853152596



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE  
Agência Nacional de Aguas

**Ata de Realização do Pregão Eletrônico**  
**Nº 00002/2019**

Às 09:00 horas do dia 13 de fevereiro de 2019, reuniram-se o Pregoeiro Oficial deste Órgão e respectivos membros da Equipe de Apoio, designados pelo instrumento legal PORTARIA Nº 486/2018 de 28/12/2018, em atendimento às disposições contidas na Lei nº 10.520 de 17 de julho de 2002 e no Decreto nº 5.450 de 31 de maio de 2005, referente ao Processo nº 02501004930201854, para realizar os procedimentos relativos ao Pregão nº 00002/2019. Objeto: Objeto: Pregão Eletrônico - Aquisição de 4 (quatro) medidores acústicos de vazão estáticos, para utilização na Rede Hidrometeorológica Nacional RHN.. O Pregoeiro abriu a Sessão Pública em atendimento às disposições contidas no edital, divulgando as propostas recebidas. Abriu-se em seguida a fase de lances para classificação dos licitantes relativamente aos lances ofertados.

**Item: 1****Descrição:** MEDIDOR VAZÃO**Descrição Complementar:** MEDIDOR VAZÃO, NOME MEDIDOR DE VAZAO DE LIQUIDO / GAS**Tratamento Diferenciado:** -**Aplicabilidade Decreto 7174:** Não**Aplicabilidade Margem de Preferência:** Não**Quantidade:** 4**Valor estimado:** R\$ 530.589,5200**Unidade de fornecimento:** un**Situação:** Aceito e Habilitado**Aceito para:** CLEAN ENVIRONMENT BRASIL ENGENHARIA E COMERCIO LTDA, pelo melhor lance de R\$ 240.500,0000 .**Histórico****Item: 1 - MEDIDOR VAZÃO****Propostas** Participaram deste item as empresas abaixo relacionadas, com suas respectivas propostas.

(As propostas com \* na frente foram desclassificadas pelo pregoeiro)

CNPJ/CPF	Fornecedor	Porte ME/EPP	Declaração ME/EPP/COOP	Quantidade	Valor Unit.	Valor Global	Data/Hora Registro
00.628.815/0001-10	CLEAN ENVIRONMENT BRASIL ENGENHARIA E COMERCIO LTDA	Não	Não	4	R\$ 100.641,1300	R\$ 402.564,5200	12/02/2019 17:22:41
	<b>Marca:</b> SonTek						
	<b>Fabricante:</b> SONTEK						
	<b>Modelo / Versão:</b> SL1500-3G						
	<b>Descrição Detalhada do Objeto Ofertado:</b> MEDIDOR DE VAZÃO HIDROLÓGICO SONTEK MODELO ARGONAUT SL1500-3G - Medidor Acustico de Vazão Lateral de 1500 kHz 2D em tempo real; - Recursos avançados de processamento de dados, incluindo o recurso SmartPulseHD, células de medição de velocidade e perfil integradas, feixe acústico vertical e sensor de pressão (Range de 20 metros, precisão 0,25%) para a medição de nível de água; - Cálculos de vazão interno, tanto para vazão instantânea, bem como volume total; - Sensor de temperatura; - Sensor de inclinação; - Protocolo de comunicação RS232, SDI-12, interface Modbus e datalogger de 4GB; - Conjunto de baixo perfil com 3,8 centímetros) construído em Uretano; - Inclui placa de montagem, adaptador USB - RS232 Serial, kit de ferramentas, fonte de alimentação, pendrive com software SonTek-IQ e documentação técnica. CABO DE 20 METROS PARA SONTEK IQ/ARGONAUT SL-3G - Pode ser usado para alimentação e comunicação com SonTek IQ PLUS, IQ STANDARD, IQ PIPE e ARGONAUT SL-3G; - Comprimento: 20,00 metros; - Cabo usado para alimentação externa do equipamento e para transmissão de dados; - Permite comunicação nos protocolos: RS232, SDI-12 e Modbus; - Compatível para conexão ao laptop ou ao Flow Display (SON-FD ou SON-FD-ANA); - Conexão Submersível 9 pinos para 5 pinos secos.						
26.891.973/0001-51	ARGUS BIOSCIENCE COMERCIO DE MATERIAL HOSPITALAR EIRELI	Sim	Sim	4	R\$ 132.500,0000	R\$ 530.000,0000	13/02/2019 06:31:23

	<b>Marca:</b> ott <b>Fabricante:</b> ott <b>Modelo / Versão:</b> sld <b>Descrição Detalhada do Objeto Ofertado:</b> MEDIDOR VAZÃO, NOME MEDIDOR DE VAZAO DE LIQUIDO / GAS						
10.780.600/0001-73	DUALBASE TECNOLOGIA ELETRONICA LTDA	Não	Não	4	R\$ 132.640,0000	R\$ 530.560,0000	12/02/2019 15:41:57
	<b>Marca:</b> SEBA <b>Fabricante:</b> SEBA - HIDROMETRIE <b>Modelo / Versão:</b> AquaProfiler MT sensor 2L 2Mhz <b>Descrição Detalhada do Objeto Ofertado:</b> Perfilador de velocidade acústico doppler (ADCP) com medidor de nível de água integrado Tipo de instalação: Montagem permanente na lateral de canal aberto Finalidade: Medição contínua de descarga líquida e cômputo de volume Alcance mínimo do perfilamento de velocidade: 20 m Faixa mínima de medição de velocidade: ± 5 m/s Acurácia mínima da medição de velocidade: ± 1% da velocidade medida ou ± 0,005 m/s Alcance mínimo da medição do nível da água: 10 m Acurácia mínima da medição do nível da água: ± 0,1% ou ± 0,003 m Faixa mínima de temperatura de operação: 0 a 35 °C Acurácia mínima do sensor de temperatura: ± 0,2°C Protocolo de comunicação: SDI-12 e/ou RS 485 Modbus Tensão de alimentação: 12 VDC Prazo de garantia mínimo: 1 ano • Será ser fornecido um cabo de comunicação e força de 20 m para ligação entre o ADCP e uma Plataforma Automática de Coleta de Dados – PCD. • Será fornecidos todos os acessórios, softwares, cabos e conectores necessários para correta configuração, instalação e operação do ADCP (exceto suporte para instalação permanente lateral).						
06.176.620/0001-62	GAIATEC COMERCIO E SERVICOS DE AUTOMACAO E SISTEMA DO B	Não	Não	4	R\$ 132.647,0000	R\$ 530.588,0000	13/02/2019 08:19:14
	<b>Marca:</b> SONTEK <b>Fabricante:</b> SONTEK <b>Modelo / Versão:</b> ARGONAUT SL <b>Descrição Detalhada do Objeto Ofertado:</b> Tipo: Perfilador de velocidade acústico doppler (ADCP) com medidor de nível de água integrado Tipo de instalação: Montagem permanente na lateral de canal aberto Finalidade: Medição contínua de descarga líquida e cômputo de volume Alcance mínimo do perfilamento de velocidade: 20 m Faixa mínima de medição de velocidade: ± 5 m/s Acurácia mínima da medição de velocidade: ± 1% da velocidade medida ou ± 0,005 m/s Alcance mínimo da medição do nível da água: 10 m Acurácia mínima da medição do nível da água: ± 0,1% ou ± 0,003 m Faixa mínima de temperatura de operação: 0 a 35 °C Acurácia mínima do sensor de temperatura: ± 0,2°C Protocolo de comunicação: SDI-12 e/ou RS 485 Modbus Tensão de alimentação: 12 VDC Prazo de garantia mínimo: 1 ano Demais condições conforme edital						
53.276.010/0001-10	HEXIS CIENFIFICA LTDA	Não	Não	4	R\$ 132.647,3800	R\$ 530.589,5200	08/02/2019 14:41:28
	<b>Marca:</b> OTT <b>Fabricante:</b> OTT <b>Modelo / Versão:</b> OTT SLD <b>Descrição Detalhada do Objeto Ofertado:</b> ITEM 1 - MEDIDOR ACUSTICO DOPPLER DE VAZAO - Medidor de Vazão contínuo Doppler Lateral. MODELO: OTT SLD. Origem: Alemanha. Frequência 1 MHz com sensor de nível da água integrado .Faixa de Medição: Max 25 m*. Ângulo de feixe 2.4°. Tamanho da célula 1 a 4m. Medição automática da vazão. Compatível com software Easy Use para configuração e comissionamento (incluso). Comunicação: SDI-12 .Cabo de comunicação e alimentação: 20 m para ligação entre o doppler lateral e uma. Plataforma de Coleta de Dados – PCD. Alimentação 12 a 16 VDC. Consumo 50 a 500 mW (depende do intervalo de medição). Faixa medição de velocidade: - 10 m/s a + 10 m/s. Precisão medição da velocidade: 1% da medição. Faixa medição de nível: 0.15 a 10 m. Precisão medição de nível: ± 3mm. Temperatura de operação: - 5°C to 35 °C. Temperatura de medição: - 4°C a + 30°C. Precisão do sensor de temperatura: ± 0.1°C. Incluso acessórios, softwares, cabos e conectores necessários para o correto funcionamento do equipamento. Não incluso suporte para instalação permanente lateral. Garantia: 1 ano. Demais condições conforme edital. Validade da proposta: 60(sessenta) dias. Declaremos que atendemos todos os requisitos do edital.						
18.255.981/0001-83	GAMA COMERCIO DE EQUIPAMENTOS - EIRELI	Sim	Sim	4	R\$ 132.647,3800	R\$ 530.589,5200	12/02/2019 11:52:31
	<b>Marca:</b> SONTEK <b>Fabricante:</b> SONTEK <b>Modelo / Versão:</b> ARGONAUT SL1500-3G <b>Descrição Detalhada do Objeto Ofertado:</b> Medidor acústico de vazão estático Característica Descrição Tipo: Perfilador de velocidade acústico doppler (ADCP) com medidor de nível de água integrado Tipo de instalação: Montagem permanente na lateral de canal aberto Finalidade: Medição contínua de descarga líquida e cômputo de volume Alcance mínimo do perfilamento de velocidade: 20 m Faixa mínima de medição de velocidade: ± 5 m/s Acurácia mínima da medição de velocidade: ± 1% da velocidade medida ou ± 0,005 m/s Alcance mínimo da medição do nível da água: 10 m Acurácia mínima da medição do nível da água: ± 0,1% ou ± 0,003 m Faixa mínima de temperatura de operação: 0 a 35 °C Acurácia mínima do sensor de temperatura: ± 0,2°C Protocolo de comunicação: SDI-12 e/ou RS 485 Modbus Tensão de alimentação: 12 VDC Prazo de garantia mínimo: 1 ano Acessórios: Deverá ser fornecido um cabo de comunicação e força de 20 m para ligação entre o ADCP e uma Plataforma Automática de Coleta de Dados – PCD. Deverão ser fornecidos todos os acessórios, softwares, cabos e conectores necessários para correta configuração, instalação e operação do ADCP (exceto suporte para instalação permanente lateral). Marca/Fabricante: SONTEK - Modelo: ARGONAUT SL1500-3G.						
22.725.161/0001-85	VIPENS COM. DE MAQ. EQUIPAMENTOS E	Sim	Sim	4	R\$ 145.000,0000	R\$ 580.000,0000	10/02/2019 23:12:11

FERRAMENTAS  
LTDA

**Marca:** Sontek

**Fabricante:** Sontek

**Modelo / Versão:** Sontek SL1500

**Descrição Detalhada do Objeto Ofertado:** MEDIDOR VAZÃO, NOME MEDIDOR DE VAZAO DE LIQUIDO / GAS (conforme edital) Tipo: Perfilador de velocidade acústico doppler (ADCP) com medidor de nível de água integrado Tipo de instalação: Montagem permanente na lateral de canal aberto Finalidade: Medição contínua de descarga líquida e cômputo de volume Alcance mínimo do perfilamento de velocidade: 20 m Faixa mínima de medição de velocidade: ± 5 m/s Acurácia mínima da medição de velocidade: ± 1% da velocidade medida ou ± 0,005 m/s Alcance mínimo da medição do nível da água: 10 m Acurácia mínima da medição do nível da água: ± 0,1% ou ± 0,003 m Faixa mínima de temperatura de operação: 0 a 35 °C Acurácia mínima do sensor de temperatura: ± 0,2°C Protocolo de comunicação: SDI-12 e/ou RS 485 Modbus Tensão de alimentação: 12 VDC Prazo de garantia mínimo: 1 ano Acessórios: • Deverá ser fornecido um cabo de comunicação e força de 20 m para ligação entre o ADCP e uma Plataforma Automática de Coleta de Dados – PCD. • Deverão ser fornecidos todos os acessórios, softwares, cabos e conectores necessários para correta configuração, instalação e operação do ADCP (exceto suporte para instalação permanente lateral).

26.344.964/0001-40	EMO SERVICOS E	Sim	Sim	4	R\$ 179.550,0000	R\$ 718.200,0000	12/02/2019 16:07:27
--------------------	----------------	-----	-----	---	------------------	------------------	------------------------

EQUIPAMENTOS  
- EIRELI

**Marca:** ABB

**Fabricante:** ABB

**Modelo / Versão:** LST300 Compact Ultrasonic Level Trasmmitter

**Descrição Detalhada do Objeto Ofertado:** MEDIDOR VAZÃO, NOME MEDIDOR DE VAZAO DE LIQUIDO / GAS Medidor acústico de vazão estático: Perfilador de velocidade acústico doppler (ADCP) com medidor de nível de água integrado Tipo de instalação: Montagem permanente na lateral de canal aberto Finalidade: Medição contínua de descarga líquida e cômputo de volume Alcance mínimo do perfilamento de velocidade: 20 m Faixa mínima de medição de velocidade: ± 5 m/s Acurácia mínima da medição de velocidade: ± 1% da velocidade medida ou ± 0,005 m/s Alcance mínimo da medição do nível da água: 10 m Acurácia mínima da medição do nível da água: ± 0,1% ou ± 0,003 m Faixa mínima de temperatura de operação: 0 a 35 °C Acurácia mínima do sensor de temperatura: ± 0,2°C Protocolo de comunicação: SDI-12 e/ou RS 485 Modbus Tensão de alimentação: 12 VDC Prazo de garantia mínimo: 1 ano Acessórios: Deverá ser fornecido um cabo de comunicação e força de 20 m para ligação entre o ADCP e uma Plataforma Automática de Coleta de Dados – PCD. Deverão ser fornecidos todos os acessórios, softwares, cabos e conectores necessários para correta configuração, instalação e operação do ADCP (exceto suporte para instalação permanente lateral).

12.437.405/0001-70	AJX TELECOM E SERVICOS COMERCIAIS LTDA	Sim	Não	4	R\$ 200.000,0000	R\$ 800.000,0000	11/02/2019 16:18:39
--------------------	--	-----	-----	---	------------------	------------------	------------------------

**Marca:** Seba Hidrometrie

**Fabricante:** Seba Hidrometrie

**Modelo / Versão:** Seba Hidrometrie

**Descrição Detalhada do Objeto Ofertado:** Medidor acústico de vazão estático Seba Hidrometrie Perfilador de velocidade acústico doppler (ADCP) com medidor de nível de água integrado Deverá ser fornecido um cabo de comunicação e força de 20 m para ligação entre o ADCP e uma Plataforma Automática de Coleta de Dados – PCD. Montagem permanente na lateral de canal aberto. Medição contínua de descarga líquida e cômputo de volume Alcance mínimo do perfilamento de velocidade: 20 m Faixa mínima de medição de velocidade: ± 5 m/s Acurácia mínima da medição de velocidade: ± 1% da velocidade medida ou ± 0,005 m/s Alcance mínimo da medição do nível da água: 10 m Acurácia mínima da medição do nível da água: ± 0,1% ou ± 0,003 m Faixa mínima de temperatura de operação: 0 a 35 °C Acurácia mínima do sensor de temperatura: ± 0,2°C Protocolo de comunicação: SDI-12 e/ou RS 485 Modbus Tensão de alimentação: 12 VDC · Deverão ser fornecidos todos os acessórios, softwares, cabos e conectores necessários para correta configuração, instalação e operação do ADCP (exceto suporte para instalação permanente lateral).

03.874.953/0001-77	SIERDOVSKI & SIERDOVSKI LTDA	Sim	Não	4	R\$ 250.000,0000	R\$ 1.000.000,0000	13/02/2019 08:29:38
--------------------	------------------------------	-----	-----	---	------------------	--------------------	------------------------

**Marca:** CONFORME EDITAL

**Fabricante:** CONFORME EDITAL

**Modelo / Versão:** LIQUIDO/GAS

**Descrição Detalhada do Objeto Ofertado:** MEDIDOR VAZÃO, NOME MEDIDOR DE VAZAO DE LIQUIDO / GAS

20.483.193/0001-96	BRASIDAS EIRELI	Sim	Sim	4	R\$ 825.000,0000	R\$ 3.300.000,0000	13/02/2019 08:11:31
--------------------	-----------------	-----	-----	---	------------------	--------------------	------------------------

**Marca:** Sontek

**Fabricante:** Sontek

**Modelo / Versão:** SONSL1500-3G / SON36-0040-040

**Descrição Detalhada do Objeto Ofertado:** Medidor acústico de vazão estático - Tipo: Perfilador de velocidade acústico doppler (ADCP) com medidor de nível de água integrado Tipo de instalação: Montagem permanente na lateral de canal aberto Finalidade: Medição contínua de descarga líquida e cômputo de volume Alcance mínimo do perfilamento de velocidade: 20 m Faixa mínima de medição de velocidade: ± 5 m/s Acurácia mínima da medição de velocidade: ± 1% da velocidade medida ou ± 0,005 m/s Alcance mínimo da medição do nível da água: 10 m Acurácia mínima da medição do nível da água: ± 0,1% ou ± 0,003 m Faixa mínima de temperatura de operação: 0 a 35 °C Acurácia mínima do sensor de temperatura: ± 0,2°C Protocolo de comunicação: SDI-12 e/ou RS 485 Modbus Tensão de alimentação: 12 VDC Prazo de garantia mínimo: 1 ano Acessórios: • Deverá ser fornecido um cabo de comunicação e força de 20 m para ligação entre o ADCP e uma Plataforma Automática de Coleta de Dados – PCD. • Deverão ser fornecidos todos os acessórios, softwares, cabos e conectores necessários para correta configuração, instalação e operação do ADCP (exceto suporte para instalação permanente lateral). Modelos de referência: • SL 1500 (3G) - SonTek • ChannelMaster CM1200 - Teledyne RD Instruments • SLD 1.0 MHz - OTT • AquaProfiler MT sensor 2L 2MHz - Seba Hidrometrie

08.770.183/0001-36	LEDU	Sim	Sim	4	R\$ 1.000.000,0000	R\$ 4.000.000,0000	13/02/2019
--------------------	------	-----	-----	---	--------------------	--------------------	------------

MATERIAIS  
ELETRICOS  
LTDA

**Marca:** .

**Fabricante:** .

**Modelo / Versão:** .

**Descrição Detalhada do Objeto Ofertado:** MEDIDOR VAZÃO, NOME MEDIDOR DE VAZAO DE LIQUIDO / GAS

**Lances** (Obs: lances com \* na frente foram excluídos pelo pregoeiro)

<b>Valor do Lance</b>	<b>CNPJ/CPF</b>	<b>Data/Hora Registro</b>
R\$ 4.000.000,0000	08.770.183/0001-36	13/02/2019 09:00:22:600
R\$ 3.300.000,0000	20.483.193/0001-96	13/02/2019 09:00:22:600
R\$ 1.000.000,0000	03.874.953/0001-77	13/02/2019 09:00:22:600
R\$ 800.000,0000	12.437.405/0001-70	13/02/2019 09:00:22:600
R\$ 718.200,0000	26.344.964/0001-40	13/02/2019 09:00:22:600
R\$ 580.000,0000	22.725.161/0001-85	13/02/2019 09:00:22:600
R\$ 530.589,5200	53.276.010/0001-10	13/02/2019 09:00:22:600
R\$ 530.589,5200	18.255.981/0001-83	13/02/2019 09:00:22:600
R\$ 530.588,0000	06.176.620/0001-62	13/02/2019 09:00:22:600
R\$ 530.560,0000	10.780.600/0001-73	13/02/2019 09:00:22:600
R\$ 530.000,0000	26.891.973/0001-51	13/02/2019 09:00:22:600
R\$ 402.564,5200	00.628.815/0001-10	13/02/2019 09:00:22:600
R\$ 530.559,9900	20.483.193/0001-96	13/02/2019 09:05:06:333
R\$ 529.999,0800	18.255.981/0001-83	13/02/2019 09:06:40:247
R\$ 400.000,0000	00.628.815/0001-10	13/02/2019 09:08:28:300
R\$ 530.200,0000	20.483.193/0001-96	13/02/2019 09:09:01:723
R\$ 565.000,0000	08.770.183/0001-36	13/02/2019 09:10:23:777
R\$ 532.959,7900	12.437.405/0001-70	13/02/2019 09:11:03:827
R\$ 399.395,0000	53.276.010/0001-10	13/02/2019 09:13:06:240
R\$ 390.000,0000	00.628.815/0001-10	13/02/2019 09:13:50:867
R\$ 389.553,0000	53.276.010/0001-10	13/02/2019 09:13:53:913
R\$ 387.500,0000	26.344.964/0001-40	13/02/2019 09:14:11:620
R\$ 368.123,0000	53.276.010/0001-10	13/02/2019 09:14:15:510
R\$ 367.800,0000	26.344.964/0001-40	13/02/2019 09:14:40:713
R\$ 349.407,0000	53.276.010/0001-10	13/02/2019 09:14:44:433
R\$ 529.990,0000	10.780.600/0001-73	13/02/2019 09:15:12:450
R\$ 300.000,0000	00.628.815/0001-10	13/02/2019 09:15:14:247
R\$ 299.947,0000	53.276.010/0001-10	13/02/2019 09:15:17:280
R\$ 347.500,0000	26.344.964/0001-40	13/02/2019 09:15:21:153
R\$ 295.000,0000	26.344.964/0001-40	13/02/2019 09:15:44:250
R\$ 280.248,0000	53.276.010/0001-10	13/02/2019 09:15:48:233
R\$ 579.999,9800	03.874.953/0001-77	13/02/2019 09:15:52:360
R\$ 278.500,0000	26.344.964/0001-40	13/02/2019 09:16:16:830
R\$ 270.000,0000	00.628.815/0001-10	13/02/2019 09:16:35:330
R\$ 278.498,0000	53.276.010/0001-10	13/02/2019 09:16:35:517
R\$ 268.500,0000	26.344.964/0001-40	13/02/2019 09:16:46:770
R\$ 268.450,0000	00.628.815/0001-10	13/02/2019 09:17:55:007
R\$ 268.400,0000	26.344.964/0001-40	13/02/2019 09:18:07:757
R\$ 256.000,0000	00.628.815/0001-10	13/02/2019 09:19:25:183
R\$ 255.900,0000	26.344.964/0001-40	13/02/2019 09:19:46:810
R\$ 255.000,0000	00.628.815/0001-10	13/02/2019 09:20:38:907
R\$ 254.900,0000	26.344.964/0001-40	13/02/2019 09:21:03:410
R\$ 254.000,0000	00.628.815/0001-10	13/02/2019 09:21:52:537
R\$ 253.800,0000	26.344.964/0001-40	13/02/2019 09:22:08:883
R\$ 253.650,0000	00.628.815/0001-10	13/02/2019 09:23:16:497
R\$ 253.500,0000	26.344.964/0001-40	13/02/2019 09:23:27:310
R\$ 253.400,0000	00.628.815/0001-10	13/02/2019 09:24:32:030

R\$ 253.000,0000	26.344.964/0001-40	13/02/2019 09:24:45:563
R\$ 245.000,0000	00.628.815/0001-10	13/02/2019 09:25:46:973
R\$ 244.800,0000	26.344.964/0001-40	13/02/2019 09:25:58:443
R\$ 528.000,0000	22.725.161/0001-85	13/02/2019 09:26:36:320
R\$ 527.998,0600	18.255.981/0001-83	13/02/2019 09:26:43:133
R\$ 240.500,0000	00.628.815/0001-10	13/02/2019 09:27:07:290
R\$ 239.900,0000	26.344.964/0001-40	13/02/2019 09:27:18:463
R\$ 527.990,0000	10.780.600/0001-73	13/02/2019 09:28:02:653
R\$ 527.901,1100	22.725.161/0001-85	13/02/2019 09:28:51:923
R\$ 527.901,0500	18.255.981/0001-83	13/02/2019 09:28:55:033
R\$ 527.830,3300	22.725.161/0001-85	13/02/2019 09:29:12:610
R\$ 527.829,5500	18.255.981/0001-83	13/02/2019 09:29:15:487
R\$ 527.743,7900	22.725.161/0001-85	13/02/2019 09:29:37:690
R\$ 527.742,6900	18.255.981/0001-83	13/02/2019 09:29:39:927
R\$ 527.672,1900	22.725.161/0001-85	13/02/2019 09:29:58:113
R\$ 527.671,8800	18.255.981/0001-83	13/02/2019 09:30:00:787
R\$ 527.500,0000	10.780.600/0001-73	13/02/2019 09:30:21:070
R\$ 527.499,4900	18.255.981/0001-83	13/02/2019 09:30:24:523

**Não existem lances de desempate ME/EPP para o item**

**Eventos do Item**

<b>Evento</b>	<b>Data</b>	<b>Observações</b>
Aberto	13/02/2019 09:05:02	Item aberto.
Iminência de Encerramento	13/02/2019 09:06:36	Batida iminente. Data/hora iminência: 13/02/2019 09:13:36.
Encerrado	13/02/2019 09:30:24	Item encerrado
Abertura do prazo de Convocação - Anexo	13/02/2019 09:40:15	Convocado para envio de anexo o fornecedor EMO SERVICOS E EQUIPAMENTOS - EIRELI, CNPJ/CPF: 26.344.964/0001-40.
Encerramento do prazo de Convocação - Anexo	13/02/2019 11:33:18	Encerrado o prazo de Convocação de Anexo pelo fornecedor EMO SERVICOS E EQUIPAMENTOS - EIRELI, CNPJ/CPF: 26.344.964/0001-40.
Recusa	14/02/2019 09:06:32	Recusa da proposta. Fornecedor: EMO SERVICOS E EQUIPAMENTOS - EIRELI, CNPJ/CPF: 26.344.964/0001-40, pelo melhor lance de R\$ 239.900,0000. Motivo: NÃO ATENDEU ÀS EXIGÊNCIAS DO EDITAL
Abertura do prazo de Convocação - Anexo	14/02/2019 09:11:52	Convocado para envio de anexo o fornecedor CLEAN ENVIRONMENT BRASIL ENGENHARIA E COMERCIO LTDA, CNPJ/CPF: 00.628.815/0001-10.
Encerramento do prazo de Convocação - Anexo	14/02/2019 09:36:17	Encerrado o prazo de Convocação de Anexo pelo fornecedor CLEAN ENVIRONMENT BRASIL ENGENHARIA E COMERCIO LTDA, CNPJ/CPF: 00.628.815/0001-10.
Abertura do prazo de Convocação - Anexo	15/02/2019 10:55:04	Convocado para envio de anexo o fornecedor CLEAN ENVIRONMENT BRASIL ENGENHARIA E COMERCIO LTDA, CNPJ/CPF: 00.628.815/0001-10.
Encerramento do prazo de Convocação - Anexo	15/02/2019 11:38:57	Encerrado o prazo de Convocação de Anexo pelo fornecedor CLEAN ENVIRONMENT BRASIL ENGENHARIA E COMERCIO LTDA, CNPJ/CPF: 00.628.815/0001-10.
Aceite	18/02/2019 09:21:56	Aceite individual da proposta. Fornecedor: CLEAN ENVIRONMENT BRASIL ENGENHARIA E COMERCIO LTDA, CNPJ/CPF: 00.628.815/0001-10, pelo melhor lance de R\$ 240.500,0000.
Habilitado	18/02/2019 09:22:38	Habilitação individual da proposta. Fornecedor: CLEAN ENVIRONMENT BRASIL ENGENHARIA E COMERCIO LTDA, CNPJ/CPF: 00.628.815/0001-10, pelo melhor lance de R\$ 240.500,0000.

**Não existem intenções de recurso para o item**

**Troca de Mensagens**

	<b>Data</b>	<b>Mensagem</b>
Pregoeiro	13/02/2019 09:02:17	Srs. Licitantes, bom dia, sejam bem-vindos. Neste momento estamos dando início aos trabalhos do Pregão nº 01/ANA/2019. Iremos analisar as propostas apresentadas e em seguida daremos início a etapa de lances.
Pregoeiro	13/02/2019 09:03:16	Retificando, Pregão n.º 2/ANA/2019

Pregoeiro	13/02/2019 09:05:20	Srs. Licitantes: Ofertem seus lances com responsabilidade. Lembramos que a licitante que ofertar lances irrisórios e em seguida não honrar a proposta, será penalizada, e, se for o caso, será descredenciada do SICAF.
Pregoeiro	13/02/2019 09:05:45	Cabe ao licitante, acompanhar as operações no sistema eletrônico durante a Sessão Pública deste Pregão, ficando responsável pelo ônus decorrente da perda de negócios diante da inobservância de qualquer mensagem emitida pelo sistema ou de sua desconexão.
Pregoeiro	13/02/2019 09:06:03	Solicito que não deixem para enviar seus melhores lances na última hora, pois poderão ser surpreendidos pelo encerramento aleatório. Informo que o sistema Comprasnet atualizou seus procedimentos em relação ao encerramento aleatório, que não mais tende a encerrar os pregões perto dos 30 minutos, podendo acabar a qualquer momento (em até 30 minutos).
Sistema	13/02/2019 09:06:36	O(s) Item(ns) 1 está(ão) em iminência até 09:13 de 13/02/2019, após isso entrará(ão) no encerramento aleatório.
Sistema	13/02/2019 09:30:25	Srs. Fornecedores, todos os itens estão encerrados. Será iniciada a fase de aceitação das propostas. Favor acompanhar através da consulta "Acompanha aceitação/habilitação/admissibilidade"
Pregoeiro	13/02/2019 09:33:36	Para EMO SERVICOS E EQUIPAMENTOS - EIRELI - Sr. Licitante, considerando o princípio da economicidade, pedimos redução do valor ofertado.
26.344.964/0001-40	13/02/2019 09:34:27	Prezamo Sr. Pregoeiro. Bom dia! Infelizmente nao podemos reduzir nossos valores, estamos no nosso limite!
Pregoeiro	13/02/2019 09:39:35	Para EMO SERVICOS E EQUIPAMENTOS - EIRELI - Sr. Licitante, obrigado. Solicito o envio da proposta bem como os documentos de habilitação no prazo previsto em edital.
Sistema	13/02/2019 09:40:15	Senhor fornecedor EMO SERVICOS E EQUIPAMENTOS - EIRELI, CNPJ/CPF: 26.344.964/0001-40, solicito o envio do anexo referente ao item 1.
26.344.964/0001-40	13/02/2019 09:40:21	Ja estamos providenciando! Obrigado!
Sistema	13/02/2019 11:33:18	Senhor Pregoeiro, o fornecedor EMO SERVICOS E EQUIPAMENTOS - EIRELI, CNPJ/CPF: 26.344.964/0001-40, enviou o anexo para o item 1.
Pregoeiro	13/02/2019 11:37:08	Srs. Licitantes, faremos uma pausa e a retornaremos as 14:30h.
Pregoeiro	13/02/2019 14:33:00	Srs. licitantes, boa tarde.
Pregoeiro	13/02/2019 14:33:53	Estamos aguardando posicionamento da área técnica.
Pregoeiro	13/02/2019 17:00:50	Srs. licitantes, suspenderemos a sessão e retornaremos amanhã, dia 14/02/2019, às 09h.
Pregoeiro	14/02/2019 09:01:02	Srs. licitantes, bom dia.
Pregoeiro	14/02/2019 09:03:14	A área técnica se manifestou sobre a proposta e documentos de habilitação da licitante EMO SERVIÇOS E EQUIPAMENTOS por meio do Despacho n.º 25/2019/SGH, o qual discorre:
Pregoeiro	14/02/2019 09:03:25	1. Em resposta ao Despacho nº 35/2019/COLIC/SAF (documento nº 02500.008725/2019-59), por meio do qual foram encaminhados a proposta de preço e os documentos de habilitação da empresa EMO SERVIÇOS E EQUIPAMENTOS, relativos ao Pregão Eletrônico nº 02/ANA/2019, informo que o equipamento ofertado é incompatível com o objeto ora licitado.
Pregoeiro	14/02/2019 09:03:43	2. Nas Especificações Técnicas constantes no Anexo II do Edital de Pregão Eletrônico nº 02/ANA/2019, a descrição do tipo de medidor acústico de vazão que se pretende adquirir é muito clara: Perfilador de velocidade acústico doppler (ADCP) com medidor de nível de água integrado.
Pregoeiro	14/02/2019 09:03:52	No entanto, a empresa classificada temporariamente em primeiro lugar ofertou um transmissor de nível ultrassônico, modelo LST300, da marca ABB. Esse equipamento ofertado não executa medição de velocidade do fluxo de água e, portanto, não atende às especificações técnicas e não é adequado à aplicação pretendida.
Pregoeiro	14/02/2019 09:04:03	3. Solicito, pois, desclassificar a empresa EMO SERVIÇOS E EQUIPAMENTOS e convocar a empresa segundo colocada a apresentar proposta de preço e documentos de habilitação.
Pregoeiro	14/02/2019 09:05:32	Diante do exposto, informo que a licitante EMO SERVIÇOS E EQUIPAMENTOS está desclassificado do certame.
Pregoeiro	14/02/2019 09:07:48	Para CLEAN ENVIRONMENT BRASIL ENGENHARIA E COMERCIO LTDA - Sr. licitante, bom dia. Considerando o princípio da economicidade, solicito a redução do valor ofertado.
Pregoeiro	14/02/2019 09:10:17	Para CLEAN ENVIRONMENT BRASIL ENGENHARIA E COMERCIO LTDA - Sr. licitante ?
00.628.815/0001-10	14/02/2019 09:10:24	Sr. Pregoeiro!! Infelizmente este é nosso menor preço.
Pregoeiro	14/02/2019 09:11:43	Para CLEAN ENVIRONMENT BRASIL ENGENHARIA E COMERCIO LTDA - Sr. licitante, obrigado. Solicito o envio da proposta bem como dos documentos de habilitação, em formato PDF, no prazo previsto em edital.
Sistema	14/02/2019	Senhor fornecedor CLEAN ENVIRONMENT BRASIL ENGENHARIA E COMERCIO LTDA,



	09:11:52	CNPJ/CPF: 00.628.815/0001-10, solicito o envio do anexo referente ao ítem 1.
Sistema	14/02/2019 09:36:17	Senhor Pregoeiro, o fornecedor CLEAN ENVIRONMENT BRASIL ENGENHARIA E COMERCIO LTDA, CNPJ/CPF: 00.628.815/0001-10, enviou o anexo para o ítem 1.
Pregoeiro	14/02/2019 10:16:46	Srs. licitantes, a documentação da licitante CLEAN ENVIRONMENT BRASIL ENGENHARIA E COMERCIO LTDA foi encaminhada para análise da área técnica. Retornaremos às 15:00h.
Pregoeiro	14/02/2019 15:01:27	Srs. licitantes, boa tarde. Estamos aguardando posicionamento da área técnica responsável quanto à documentação da licitante CLEAN ENVIRONMENT BRASIL ENGENHARIA E COMERCIO LTDA
Pregoeiro	14/02/2019 17:07:51	Srs. licitantes, suspenderemos a sessão e retornaremos amanhã, dia 15/02/2019, às 09:00h
Pregoeiro	15/02/2019 09:13:27	Srs. licitantes, bom dia.
Pregoeiro	15/02/2019 09:13:54	Ainda estamos aguardando posicionamento da área técnica.
Pregoeiro	15/02/2019 10:52:43	A área técnica se manifestou por meio do Despacho n.º 27/2019/SGH, o qual discorre:
Pregoeiro	15/02/2019 10:52:58	1. Reporto-me ao Despacho nº 38/2019/COLIC/SAF, por meio do qual foram encaminhados a proposta de preço e os documentos de habilitação da empresa CLEAN ENVIRONMENTAL BRASIL ENGENHARIA E COMERCIO LTDA., para solicitar que se realize diligência junto à licitante para requerer o seguinte:
Pregoeiro	15/02/2019 10:53:17	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reapresentar a Planilha de Formação de Preços (Anexo III do Edital) em papel timbrado da empresa e com a descrição detalhada do objeto, conforme especificações previstas no Termo de Referência (Anexo I do Edital), contendo ainda, dentre outras, as seguintes informações: o fabricante, a marca, o modelo, os acessórios que acompanham e o prazo de garantia;</li> </ul>
Pregoeiro	15/02/2019 10:53:24	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reapresentar as declarações constantes nos anexos IV, VI, VII e VIII do Edital em papel timbrado da empresa;</li> </ul>
Pregoeiro	15/02/2019 10:53:34	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentar os documentos referentes à regularidade fiscal constantes nos itens 8.4.5, 8.4.6 e 8.4.7 do Edital (este último, se for o caso).</li> </ul>
Pregoeiro	15/02/2019 10:53:59	Para CLEAN ENVIRONMENT BRASIL ENGENHARIA E COMERCIO LTDA - Sr. licitante, ante ao exposto discorrido pela área técnica, solicito respostas aos questionamentos apontados no referido Despacho, no prazo máximo de uma hora.
Sistema	15/02/2019 10:55:04	Senhor fornecedor CLEAN ENVIRONMENT BRASIL ENGENHARIA E COMERCIO LTDA, CNPJ/CPF: 00.628.815/0001-10, solicito o envio do anexo referente ao ítem 1.
Sistema	15/02/2019 11:38:57	Senhor Pregoeiro, o fornecedor CLEAN ENVIRONMENT BRASIL ENGENHARIA E COMERCIO LTDA, CNPJ/CPF: 00.628.815/0001-10, enviou o anexo para o ítem 1.
Pregoeiro	15/02/2019 11:43:26	Srs. licitantes, faremos uma pausa e retornaremos às 15:00, nesta data (15/02/2019).
Pregoeiro	15/02/2019 15:14:13	Srs. licitantes, boa tarde! Estamos aguardando posicionamento da área técnica.
Pregoeiro	15/02/2019 17:00:21	Srs. licitantes, suspenderemos a sessão e retornaremos no dia 18/02/2019 às 09h.
Pregoeiro	18/02/2019 09:01:47	Srs. licitantes, bom dia!
Pregoeiro	18/02/2019 09:04:48	A área técnica se manifestou por meio do Parecer Técnico n.º 36/2019/SGH, o qual discorre:
Pregoeiro	18/02/2019 09:05:39	1. O Pregão Eletrônico nº 02/ANA/2019, cujo objeto é a aquisição de quatro medidores acústicos de vazão estáticos, para utilização na Rede Hidrometeorológica Nacional – RHN, foi aberto no dia 13 de fevereiro de 2019.
Pregoeiro	18/02/2019 09:06:10	2. Após desclassificação da primeira colocada na etapa de lances, por ofertar equipamento incompatível com o objeto licitado, a empresa CLEAN ENVIRONMENT BRASIL ENGENHARIA E COMERCIO LTDA., CNPJ 00.628.815/0001-10, assumiu temporariamente o primeiro lugar e foi, então, convocada a apresentar proposta de preço e documentos de habilitação.
Pregoeiro	18/02/2019 09:06:36	3. No presente Parecer Técnico é apresentada a análise da proposta de preço e dos documentos de habilitação relativos à qualificação técnica apresentados.
Pregoeiro	18/02/2019 09:06:46	ANÁLISE DA PROPOSTA DE PREÇO 4. A licitante ofertou preço para quatro medidores acústicos de vazão estáticos, modelo Argonaut SL1500-3G, da Sontek.
Pregoeiro	18/02/2019 09:07:04	5. De acordo com a descrição constante na Planilha de Formação de Preços apresentada (conforme Anexo III do Edital), o equipamento ofertado atende às especificações técnicas definidas no Anexo II do Edital do certame licitatório, inclusive quanto ao prazo mínimo de garantia de um ano.
Pregoeiro	18/02/2019 09:07:08	6. O preço global ofertado pela licitante para os quatro medidores foi de R\$ 240.500,00 (duzentos e quarenta mil e quinhentos reais). A aquisição dos equipamentos a esse valor implica numa economia de aproximadamente 55% em relação ao valor total estimado originalmente (R\$ 530.589,52).
Pregoeiro	18/02/2019 09:07:26	A despeito dessa substancial redução em relação à estimativa prévia, entende-se que o preço ofertado é exequível, tendo em vista que outros licitantes apresentaram preços dessa

grandeza para equipamentos iguais ou similares.

Pregoeiro	18/02/2019 09:07:39	7. Cumpre destacar que a licitante declarou expressamente na proposta que no preço ofertado estão inclusos todos os custos indiretos, tais como: impostos, taxas, fretes e isenções tributárias previstas em lei.
Pregoeiro	18/02/2019 09:07:46	8. O prazo de validade da proposta apresentada e o prazo de entrega dos equipamentos são compatíveis com as exigências do Edital.
Pregoeiro	18/02/2019 09:07:59	ANÁLISE DOS DOCUMENTOS DE HABILITAÇÃO RELATIVOS À QUALIFICAÇÃO TÉCNICA 9. A licitante apresentou atestados de capacidade técnica de fornecimento de equipamentos compatíveis com o objeto licitado, os quais atendem as exigências do Edital do pregão eletrônico (Item 8.6).
Pregoeiro	18/02/2019 09:08:06	Além disso, a partir do Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica, pode-se comprovar a exploração no ramo de atividade compatível e pertinente com o objeto licitado. &#8195;
Pregoeiro	18/02/2019 09:08:15	CONCLUSÃO 10. Manifesto pela aprovação da proposta de preço e da qualificação técnica da empresa CLEAN ENVIRONMENT BRASIL ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA. e pela continuidade do processo licitatório. É o parecer técnico
Pregoeiro	18/02/2019 09:10:07	Srs. Licitantes, informo que a licitante CLEAN ENVIRONMENT BRASIL ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA, foi declarada como ora vencedora do referido certame.
Pregoeiro	18/02/2019 09:13:02	Informo ainda, que em consulta ao SICAF digital, este pregoeiro e sua equipe averiguaram as regularidades jurídica, fiscal e trabalhista, e a qualificação econômico financeira da referida licitante.
Sistema	18/02/2019 09:22:38	Srs. Fornecedores, está aberto o prazo para registro de intenção de recursos para os itens/grupos na situação de 'aceito e habilitado' ou 'cancelado na aceitação'.
Pregoeiro	18/02/2019 09:23:11	Foi informado o prazo final para registro de intenção de recursos: 18/02/2019 às 09:53:00.
Pregoeiro	18/02/2019 09:27:34	Em tempo, esclarece-se ainda que a habilitação da licitante CLEAN ENVIRONMENT BRASIL ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA junto ao SICAF encontra-se regular.

#### Eventos do Pregão

Evento	Data/Hora	Observações
Suspensão Administrativa	13/02/2019 17:11:50	Previsão de Reabertura: 14/02/2019 09:00:00. Motivo: PARA ANÁLISE DE PROPOSTA.
Reativado	14/02/2019 08:59:48	
Suspensão Administrativa	14/02/2019 17:09:24	Previsão de Reabertura: 15/02/2019 09:00:00. Motivo: Suspensão para análise de proposta pela área técnica.
Reativado	15/02/2019 09:13:00	
Suspensão Administrativa	15/02/2019 17:02:52	Previsão de Reabertura: 18/02/2019 09:00:00. Motivo: Suspensão para análise de documentação.
Reativado	18/02/2019 09:00:52	
Abertura de Prazo	18/02/2019 09:22:38	Abertura de prazo para intenção de recurso
Informado Fechamento de Prazo	18/02/2019 09:23:11	Fechamento de prazo para registro de intenção de recurso: 18/02/2019 às 09:53:00.

Após encerramento da Sessão Pública, os licitantes melhores classificados foram declarados vencedores dos respectivos itens. Foi divulgado o resultado da Sessão Pública e foi concedido o prazo recursal conforme preconiza o artigo 26, do Decreto 5450/2005. Nada mais havendo a declarar, foi encerrada a sessão às 09:54 horas do dia 18 de fevereiro de 2019, cuja ata foi lavrada e assinada pelo Pregoeiro e Equipe de Apoio.

DIOGO CARNEIRO FERREIRA  
**Pregoeiro Oficial**

VIRGILIO DE AZEVEDO MAIA FILHO  
**Equipe de Apoio**

**ANEXO C – Honorários de Engenheiros da Associação Catarinense dos  
Engenheiros Ambientais**



## VALORES VIGENTES

	<b>Atividade</b>	<b>Valor Mínimo</b>	<b>Observação</b>
1.1	Solicitação de Declaração de Conformidade Ambiental - DCA	R\$ 1.000,00	Inclui Certidão e Autorização Ambiental
1.2	Acompanhamento mensal das condicionantes de Licença Ambiental ou Certidão Ambiental	120,00	Mensal
1.3	Elaboração de Relatório Ambiental Prévio - RAP	R\$ 3.000,00	-
1.4	Elaboração de Estudo Ambiental Simplificado - EAS	R\$ 6.000,00	-
1.5	Coordenação e/ou participação em Estudos de Impacto Ambiental - EIA e Relatório de Impacto Ambiental - RIMA	Vide Observação - Profissional Júnior/Senior ou Master	Considerar valor da hora técnica de acordo com a experiência profissional
1.6	Consulta verbal com proposta de solução por escrito	120,00	-
1.7	Realização de Cadastro Técnico Federal junto ao IBAMA	PP: ½ SM; MP: 1 SM; e GP: 1 ½ SM.	-
1.8	Deslocamento do profissional dentro da região de atuação, de 0 a 50 km	R\$ 120,00	Considerando ida e retorno
1.9	Deslocamento do profissional dentro da região de atuação, de 50 a 150 km	R\$ 200,00	Considerando ida e retorno
1.10	Diária do Profissional	R\$ 250,00	Incluindo alimentação e hospedagem
1.11	Avaliação e Perícia Ambiental	R\$ 200,00	Valor cobrado por hora
1.12	Projetos de Recuperação Ambiental de Áreas Degradadas	3.500,00	-
1.13	Testes de Percolação	R\$ 250,00	Por teste realizado
1.14	Auditoria Ambiental Interna para Implantação e Avaliação de Sistemas de Gestão Ambiental	Vide Observação - Profissional Júnior/Senior ou Master	Considerar valor da hora técnica de acordo com a experiência profissional
1.15	Defesa de Autos de Infração	Vide Observação -	Considerar valor



		Profissional Júnior/Senior ou Master	da hora técnica de acordo com a experiência profissional
1.16	Hora Técnica	PJúnior: R\$ 120,00;	Com um mínimo de 6 anos de experiência profissional
		PSenior: R\$ 200,00	Mais de 10 anos de experiência profissional ou com mestrado
		PMaster: R\$ 250,00	Mais de 20 anos de experiência profissional, ou com doutorado
1.17	Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS	1.500,00	

Abreviaturas utilizadas:

GP: Grande Porte (Empresa de).

MP: Médio Porte (Empresa de).

PJr: Profissional Junior.

PP: Pequeno Porte (Empresa de).

PPI: Profissional Pleno.

PSe: Profissional Sênior

SM: Salário Mínimo.

Nesta tabela foram estabelecidos patamares sintonizados com nossa economia regional, criando 3 (três) categorias, de consultores, a saber; Júnior, Sênior e Máster.

- Profissionais Junior (com um mínimo de 6 anos de experiência profissional).
- Profissionais Sênior (mais de 10 anos de experiência profissional ou com mestrado)
- Profissionais Máster (mais de 20 anos de experiência profissional, ou com doutorado).