PLANO **RIO GRANDE**

Todos nós por todos nós.

RESUMO TÉCNICO:

TERMO DE REFERÊNCIA PARA ATUALIZAÇÃO DE ANTEPROJETO DE ENGENHARIA PARA O SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA CHEIAS DE ALVORADA E PORTO ALEGRE

Parecer Nº 09 - Emissão 2025

09 de julho de 2025

Coordenação:

Secretária Estadual de Inovação, Ciência e Tecnologia

Professora Simone Stülp

Vice-Coordenação:

Professor Jorge Audy

Secretaria Executiva:

Professor Joel Avruch Goldenfum – Secretário Executivo

Professora Alexandra Passuello – Assessora Técnica

Eliana Dienstmann – Assessora Administrativa

Pareceristas

Professor Juliano Rodrigues Gimenez (UCS) – Membro fixo

Professor Fernando Mainardi Fan (IPH/UFRGS) – *Ad hoc*

1. INTRODUÇÃO

A Secretaria da Reconstrução Gaúcha, através do Processo nº 25/0400-0000691-8, solicitou manifestação do Comitê Científico de Adaptação e Resiliência Climática sobre o resumo técnico do Termo de Referência para a atualização do anteprojeto de engenharia do Sistema de Proteção Contra Cheias nos municípios de Porto Alegre e Alvorada (Arroio Feijó).

De forma a atender a demanda da SERG, a Secretaria Executiva do Comitê Científico convidou dois pareceristas para contribuir na análise, sendo um membro fixo do Comitê Científico e outro especialista convidado como consultor *ad hoc*.

Os pareceristas convidados emitiram parecer único, construído de forma coletiva entre eles. O próximo item deste documento apresenta, na íntegra, suas considerações.

2. CONSIDERAÇÕES DOS PARECERISTAS

Em cumprimento à solicitação de análise técnica do Termo de Referência destinado à atualização dos anteprojetos do Sistema de Proteção Contra Cheias (SPCC) do Rio Gravataí e afluentes, procedemos à revisão técnica do documento, contemplando aspectos hidrológicos, hidráulicos, geotécnicos, ambientais, sociais e de governança, com vistas a assegurar a robustez, resiliência e eficiência do empreendimento face ao novo contexto hidroclimático do Rio Grande do Sul.

2.1. Relativo ao objeto

- O objeto está delineado com clareza, prevendo a atualização do anteprojeto de engenharia para o sistema de proteção contra cheias de Alvorada e Porto Alegre, com obrigação explícita de considerar os novos parâmetros técnicos estabelecidos após a catástrofe climática de maio de 2024.
- Acredita-se ser necessário reforçar nos capítulos subsequentes do termo de referência que a revisão dos parâmetros hidrológicos e climáticos, já prevista no objeto, deve ser transversal a todas as etapas, incluindo a atualização das bases de dados, a modelagem hidrodinâmica, o dimensionamento das estruturas, a matriz de riscos e o plano de operação e manutenção.
- Sugere-se destacar a importância de manter coerência entre os diferentes tempos de retorno (TR) referidos em distintas partes do Termo de Referência (abordagem multi-TR).

2.2. Relativo à justificativa

- O Termo de Referência descreve de forma técnica e documental os impactos materiais, econômicos e sociais das cheias recentes, fundamentando adequadamente a atualização dos anteprojetos.
- Recomenda-se que o texto da justificativa possa explicitar a interação existente entre as diferentes dimensões da vulnerabilidade e o risco hidrológico, considerando as dinâmicas de ocupação das áreas de várzea, expansão urbana não planejada e déficit histórico de infraestrutura.

2.3. Relativo aos objetivos específicos

- O Termo de Referência apresenta uma estruturação técnica sólida, organizada em sete etapas bem definidas, cobrindo desde o plano de trabalho inicial até o relatório final consolidado.
- Sugere-se que o Plano de Trabalho (Etapa 1) inclua cronogramas específicos de interação interinstitucional, prevendo momentos de interação da contratada com municípios, órgãos estaduais (SERG, SEMA, Defesa Civil, DRH, Comitês de Bacia Hidrográfica).
- Incluir na Etapa 4 a frase: “Os mapas deverão ser validados com as informações de pontos e manchas de inundação por sensoriamento remoto observadas para as cheias de 2024 e, se possível, 2023 e 2025 na região.”

2.4. Relativo ao cronograma e entregáveis

- O cronograma estabelecido é tecnicamente consistente, distribuindo de maneira racional os produtos e prazos.
- Sugere-se incluir produto específico para elaboração de um Plano Detalhado de Operação e Manutenção (O&M), prevendo rotinas preventivas, inspeções extraordinárias pós-evento e protocolos de resposta rápida.
- Sugere-se que na apresentação das planilhas orçamentárias sejam incluídos os custos de operação continuada, contemplando energia elétrica das estações de bombeamento, manutenções eletromecânicas e dragagens periódicas, conferindo previsibilidade financeira ao ente público.

2.5. Relativo à atualização dos anteprojetos

2.5.1. Bases de dados e levantamentos

- O Termo de Referência é adequado ao prever levantamentos batimétricos, aerofotogramétricos e cadastros socioeconômicos.
- Remover a palavra "Quando couber" do quarto parágrafo, pois todos os dados precisam passar por algum nível de consistência.
- Sugere-se a possibilidade de inclusão de levantamentos antropológicos rápidos (por exemplo, através da metodologia "Rapid Anthropological Assessment Procedures – RAAP") para capturar aspectos culturais relevantes das comunidades afetadas.

2.5.2. Estudos hidrológicos e hidrodinâmicos

- O Termo de Referência estabelece de forma exemplar a realização de simulações para múltiplos tempos de retorno (100, 200, 500 e 1.000 anos), além da maior cheia registrada.
- Recomenda-se reforçar a obrigatoriedade de simular eventos compostos ou multi-pico (ex.: cheia regional + precipitação local intensa), considerando possíveis sinergias hidrológicas.
- A delimitação prevista para o levantamento aerofotogramétrico pode não estar totalmente adequada para contemplar a várzea localizada na margem direita do rio Gravataí, o que pode comprometer a qualidade das simulações hidrodinâmicas. Recomenda-se ampliar a área de restituição do levantamento, estendendo-a um pouco além da BR 290, de modo a garantir que toda a planície de inundação seja capturada e adequadamente representada no modelo. Cabe à contratada justificar tecnicamente o ponto de corte adotado para o levantamento e para a modelagem, apresentando fundamentos que comprovem a suficiência espacial para as análises hidrodinâmicas propostas.
- Sobre o levantamento aerofotogramétrico, acredita-se que o Termo de Referência possua algum tipo de confusão. É tratado do assunto LIDAR e do assunto aerofotogrametria para obtenção do MDT. **Aerofotogrametria e LiDAR são técnicas de sensoriamento remoto usadas para mapeamento e modelagem 3D, mas com abordagens diferentes.** A aerofotogrametria utiliza imagens aéreas

para criar modelos digitais do terreno, enquanto o LiDAR emprega pulsos de laser para medir distâncias e gerar nuvens de pontos 3D. Ambas as técnicas são complementares e podem ser usadas em conjunto para obter resultados mais precisos e detalhados. É necessário definir com melhor clareza o que se deseja, lembrando que a aerofotogrametria não permite obter um MDT. Entende-se que o que se deseja são os dois produtos ou pelo menos o MDT do LiDAR, e por este motivo esta parte do documento precisa ser revisada para ficar claro.

2.5.3. Anteprojetos e estruturas complementares

- Sugere-se avaliar a utilização de soluções híbridas (infraestruturas cinzas, azuis e verdes), integrando, por exemplo, jardins filtrantes, parques inundáveis e dispositivos urbanos de infiltração, que podem reduzir picos de vazão e sedimentação, desde que dimensionados para não comprometer a matriz de riscos do sistema.

- Sugere-se considerar a possibilidade de adoção de tecnologias inteligentes (IoT, telemetria), com sensores de nível e vazão em pontos estratégicos, integrados a um centro de monitoramento operacional para gestão proativa.

2.5.4. Do estudo hidrodinâmico

- Adotar o MDT proveniente do ALOS porque alegadamente possui a melhor resolução pode ser um erro. Em alguns locais ele pode simplesmente ser uma reamostragem de outro MDT, ou a técnica usada para obtê-lo pode não ser a mais acurada. Além disso, no dia da passagem do satélite, ele pode não ter sido o mais propício. O correto aqui é, já que os dados vão ser levantados em campo, que a empresa contratada sugira qual o MDT será usado com base em comparação com os dados de campo levantados pela empresa e MDTs de alta resolução disponíveis, incluindo ALOS PALSAR, ANADEM, COPDEM, entre outros.

- Sugere-se verificar como este Termo de Referência se adequa a resiliência climática, comparando com os critérios dispostos por:

  > Paiva, R., Collischonn, W., Miranda, P., Petry, I., Dornelles, F., Goldenfum, J., Fan, F., Ruhoff, A., & Fagundes, H. (2024b). Critérios hidrológicos para adaptação à mudança climática: Chuvas e cheias extremas na Região Sul do Brasil. Nota Técnica. Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

- O efeito seiche, que é o balanço das águas, não é tão importante neste caso. O pior é o efeito do vento sul, represando o Guaíba.

Sugere-se deletar a expressão “efeito seiche”, para não gerar confusão com o efeito de desaceleração das águas pelo atrito com o vento.

- Sugere-se incluir o texto “Os mapas gerados pelo modelo deverão ser validados com as informações de pontos e manchas de inundação observadas por sensoriamento remoto para as cheias de 2024 e, se possível, 2023 e 2025, na região”.

2.5.5. Da Análise de Viabilidade

- Sugere-se incluir o seguinte item na lista de cenários analisados:

> “Considerando que o tempo de retorno definido para a drenagem da região interna será inferior ao tempo de retorno para inundação proveniente da área externa aos pôlderes, ocorrerão situações em que a precipitação na parte interna ocasionará alagamentos temporários. Deve-se definir qual a curva de intensidade de chuva versus tempo que ocasionaria estes alagamentos, de modo a permitir a tomada de decisão pelo poder público para ações de mitigação, caso estes valores venham a acontecer ou estejam previstos”.

2.5.6. Matriz de riscos

- O Termo de Referência adota metodologia CELIC/SPGG adequada, entretanto, recomenda-se explicitar as seguintes categorias de risco:
  - climáticos futuros, considerando cenários que ultrapassem o tempo de retorno final adotado;
  - operacionais, como falhas sistêmicas prolongadas das casas de bombas por pane elétrica simultânea;
  - institucionais, relacionadas a indefinições sobre a governança e a manutenção continuada do sistema.

2.5.7. Relatório final

- Recomenda-se que o relatório final traga anexo um Plano Preliminar de Contingência, contendo protocolos para resposta rápida a eventos extremos que superem o tempo de retorno de projeto.

2.6. Relativo ao controle de qualidade

- O Termo de Referência apresenta uma cobertura normativa consistente, com referências atualizadas da ABNT e do DNIT.

- Sugere-se incluir procedimentos para auditorias independentes ao longo das etapas, garantindo rastreabilidade dos dados e credibilidade técnica dos produtos entregues.

2.7. Relativo à fiscalização e acompanhamento técnico da execução contratual

- Recomenda-se que o Termo de Referência inclua dispositivo claro para a designação formal de fiscais técnicos pela Administração contratante, prevendo a realização de reuniões técnicas periódicas, validações de metodologia, vistorias de campo e pareceres sobre entregas parciais, garantindo rastreabilidade e transparência processual.
- Sugere-se avaliar a previsão de auditorias independentes, preferencialmente em pontos de controle críticos, como após a conclusão dos estudos hidrológicos e hidrodinâmicos, e na etapa de atualização dos anteprojetos de diques e estações de bombeamento.
- Recomenda-se determinar a apresentação pela contratada de relatórios de conformidade processual e técnica, consolidando atas, registros e decisões ao longo da execução, de modo a robustecer a documentação administrativa e técnica do contrato.

2.8. Ajustes textuais, terminológicos e padronizações recomendadas

Página/Local	Trecho ou termo atual	Ajuste ou padronização sugerida	Justificativa técnica
10	“considernando”	corrigir para “considerando”	Correção ortográfica.
11	“por tanto”	corrigir para “portanto”	Correção ortográfica.
14	“lagura”	corrigir para “largura”	Correção ortográfica.
11	“reconstruir a calha fluvial”	substituir por “reconstituir a geometria da calha fluvial” ou “caracterizar a morfologia do leito fluvial”	Evita confusão com execução física de obras; usa vocabulário usual em batimetria e hidrossedimentologia.
22	“gradeamento fino e grosso”	ajustar para “grades de retenção	Alinha-se à terminologia empregada na NBR 12.209 (Estação de

		grosseira e grades de limpeza fina”	Tratamento de Esgotos) e manuais de hidráulica sanitária.
Diversas	“polders” e “polders”	Substituir pela forma correta em português: “pôlder” e “pôlderes”.	Correção ortográfica para a língua portuguesa.
Diversas	uso intercambiável de “cheia”, “inundação” e “alagamento”	padronizar ou incluir nota técnica conceituando cada termo	Diferencia cheia (elevação natural do nível), inundação (transbordamento) e alagamento (falha urbana de drenagem), alinhando-se a glossários de hidrologia.

2.9. Conclusão dos pareceristas

A análise técnica do Termo de Referência evidencia a boa estrutura geral do documento, mas considera-se necessário providenciar os ajustes sugeridos para qualificar a revisão do anteprojeto de proteção contra cheias de Porto Alegre e Alvorada, considerando o novo contexto hidroclimático.

3. CONSIDERAÇÕES DA SECRETARIA EXECUTIVA

A Secretaria Executiva do Comitê Científico de Adaptação e Resiliência Climática, em atenção à demanda de análise técnica, manifesta sua concordância com os ajustes e recomendações apresentados pelos pareceristas ao Termo de Referência para atualização do anteprojeto de engenharia do Sistema de Proteção Contra Cheias nos municípios de Porto Alegre e Alvorada.

Reconhecendo que o Termo de Referência possui estrutura técnica consistente e abrange os elementos essenciais, entende-se como importante incluir os aprimoramentos propostos pelos pareceristas, entre os quais destacam-se:

- a explicitação da atualização transversal dos parâmetros hidrológicos e climáticos em todas as etapas;
- a garantia de coerência na abordagem multi-TR;
- o detalhamento e a ampliação dos levantamentos topográficos (aerofotogrametria e LiDAR), sanando ambiguidades e cobrindo toda a planície de inundação;

- o reforço na simulação de cenários compostos ou multi-pico, com critérios claros para seleção e validação do MDT;
- a reflexão sobre a possibilidade de inclusão de soluções híbridas (infraestruturas verdes, azuis e cinzas) e tecnologias inteligentes de monitoramento e operação;
- a previsão de um plano detalhado de operação e manutenção com custos continuados;
- o aprimoramento da matriz de riscos, considerando aspectos climáticos futuros, operacionais e institucionais;
- o fortalecimento dos mecanismos de fiscalização técnica e auditorias independentes;
- a padronização terminológica e correção de inconsistências para garantir clareza e rigor técnico.

A Secretaria Executiva considera que a incorporação dessas recomendações dá robustez e assegura a qualidade técnica, a consistência interinstitucional e a adequação climática desta atualização de anteprojeto, contribuindo para a construção de soluções mais seguras, resilientes e socialmente justas frente aos cenários de eventos extremos que vêm se intensificando no Rio Grande do Sul.