GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE INOVAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Comitê Científico de Adaptação e Resiliência Climática

Parecer nº 04/2024

PARECER SOBRE CONTRATAÇÕES

GRUPO MAPEAMENTO E MONITORAMENTO

PROA 24/0400-0000666-1 - LiDAR
PROA 24/0400-0000667-0 - Batimetria
PROA 24/0400-0000661-0 - Previsão hidrológica
PROA 27/0400-0000660-2 - *Nowcasting*

PLANO RIO GRANDE
Todos nós por todos nós.

17 de setembro de 2024

Coordenação:

Professora Dra. Simone Stülp

Secretária Estadual de Inovação, Ciência e Tecnologia

Vice-Coordenação:

Professor Dr. Jorge Audy

Secretaria Executiva:

Professor Dr. Joel Avruch Goldenfum

Assessoria Técnica:

Professora Dra. Alexandra Passuello
Eliana Dienstmann

Especialistas consultados:

I. Membros fixos do Comitê Científico:

Fabiano Passuelo Hessel (PUCRS)
Jose Antonio Marengo Orsini (CEMADEN)
Marcelo Félix Alonso (UFPEL)
Marcelo Schneider (INMET)
Vagner Anabor (UFSM)

II. Consultores *ad hoc*

Fernando Meirelles (UFRGS)
Rutinéia Tassi (UFSM)
Sofia Royer Moraes (UNIVATES)

1 INTRODUÇÃO

Este documento apresenta o parecer e as considerações técnicas da Secretaria Executiva do Comitê Científico de Adaptação e Resiliência Climática sobre as contratações, previstas no âmbito do Plano Rio Grande, que objetivam a realização de mapeamentos topográficos e batimétricos, bem como a rede telemétrica e previsão de eventos hidrometeorológicos de curto e médio prazo. A solicitação de análise dos critérios técnicos a serem incluídos nos termos de referência a moldar essas contratações foi enviada pela Secretaria da Reconstrução Gaúcha (SERG) no dia 16 de agosto de 2024, através dos seguintes processos administrativos eletrônicos (PROA):

- PROA 24/0400-0000666-1 - Contratação de aerolevantamento com tecnologia LiDAR do Estado do Rio Grande do Sul;
- PROA 24/0400-0000667-0 - Contratação de levantamento batimétrico dos corpos hídricos principais do Rio Grande do Sul;
- PROA 27/0400-0000660-2 - Contratação de estações *nowcasting* do Rio Grande do Sul.
- PROA 24/0400-0000661-0 - Contratação de serviços especializados para previsão de eventos hidrológicos;

A construção deste parecer pela Secretaria Executiva foi embasada na consulta técnica a membros fixos do Comitê Científico e de consultores *ad hoc* de áreas de conhecimentos relacionadas com as temáticas dos objetos de contratação em análise. Os especialistas consultados estão elencados no Quadro 1:

Quadro 1 - Especialistas consultados na construção destes parecer

Especialista	**Posição**	**Área de conhecimento**
Fabiano Passuelo Hessel	Membro fixo	Informática
Fernando Meirelles	Consultoria *ad hoc*	Gestão pública e meio ambiente
Jose Antonio Marengo Orsini	Membro fixo	Meteorologia
Marcelo Félix Alonso	Membro fixo	Meteorologia
Marcelo Schneider	Membro fixo	Meteorologia
Rutinéia Tassi	Consultoria *ad hoc*	Hidrologia
Sofia Royer Moraes	Consultoria *ad hoc*	Hidrologia
Vagner Anabor	Membro fixo	Meteorologia

Além disso, é importante destacar que todos os pareceres emitidos pela Secretaria Executiva do Comitê Científico de Adaptação e Resiliência Climática do Estado do Rio Grande do Sul, incluindo esse, são construídos tendo como base os princípios teóricos e práticos que embasam a construção de resiliência frente aos eventos climáticos extremos, considerando a gestão de riscos de desastres como pressuposto deste processo. Estes pressupostos já foram apresentados no documento emitido pelo Comitê Científico relativo à análise dos eixos e dimensões dos projetos estruturantes, enviados à SERG no dia 24 de julho de 2024.

2 RELAÇÃO DOS OBJETOS DE CONTRATAÇÃO COM A CONSTRUÇÃO DE RESILIÊNCIA

Antes de apresentar o parecer e fazer as considerações técnicas que motivaram o posicionamento tomado pela Secretaria Executiva do Comitê Científico de Adaptação e Resiliência Climática, acredita-se ser importante fazer uma reflexão sobre a relação dos objetos de contratação em análise com a construção de resiliência frente aos eventos extremos.

De acordo com este Comitê Científico, pensar resiliência a desastres no âmbito do Estado do Rio Grande do Sul é pensar alternativas que possam contribuir para que o poder público e a sociedade em geral consigam entender os riscos/perigos/ameaças aos quais os territórios estão expostos, agir no sentido de reduzir esses riscos, e se preparar para enfrentá-los, focando sempre no objetivo de recomeçar a partir dos aprendizados vivenciados.

A gestão de riscos de desastres efetuada a partir de uma visão sistêmica, ou seja, através de um planejamento integrado nas suas cinco fases de atuação (prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação), indica o caminho para construir resiliência. Os eixos anteriormente propostos por este Comitê Científico para os Projetos Estruturantes do Plano Rio Grande refletem essa ideia de construção de resiliência, a partir de uma gestão de riscos integrada e sistêmica, como mostra a Figura 1.

Figura 1 - Eixos dos projetos estruturantes na visão do Comitê Científico



Conforme texto inserido no conteúdo dos PROAs enviados, os objetos de contratação para análise são:

- Objeto de contratação de aerolevantamento com tecnologia LiDAR: contratação de pessoa jurídica para fornecimento de Modelo Digital de Terreno (MDT) e Modelo Digital de Superfície (MDS) para o Estado do Rio Grande do Sul a partir de aerolevantamento com tecnologia LiDAR (Light Detection and Ranging);

- Objeto de contratação de levantamento batimétrico dos corpos hídricos: contratação de empresa de engenharia especializada em batimetria, levantamentos hidrográficos, cartografia e geoprocessamento para execução de levantamento topobatimétrico (batimetria e calha dos rios) com cobrimento do leito na área levantada nos corpos hídricos principais do Rio Grande do Sul, conforme especificação prevista;

- Objeto de contratação de estações *nowcasting* do Rio Grande do Sul: Contratação de empresa especializada para a prestação de serviço de implantação e operação de 130 (cento e trinta) estações de monitoramento hidrometeorológico na modalidade *nowcasting* de missão crítica no Estado do Rio Grande do Sul, tudo em alinhamento com a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil instituída pela Lei Nº 12.608 de 10 de abril de 2012 e do Sistema Estadual de Proteção e Defesa Civil, instituído pelo Decreto Estadual nº 51.547, de 03 de junho de 2014;

- Objeto de contratação de serviços especializados para previsão de eventos hidrológicos: contratação de empresa prestadora de serviços especializados para previsão de eventos hidrológicos críticos, mapeamento geoespacializado, identificação e classificação de áreas de risco hidrológico e limiares, elaboração de manchas de inundação, planejamento de redes de monitoramento e alerta, equipe técnica especializada e licenciamento de softwares para computador na modalidade serviço conforme previsto no presente termo de referência, tudo em alinhamento com a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, instituída pela Lei no 12.608 de 10 de abril de 2012 e do sistema Estadual de Proteção e Defesa Civil, instituído pelo Decreto Estadual de Proteção e Defesa Civil no 51.547, de 03 de junho de 2014.

Esta Secretaria Executiva entende que estes objetos de contratações estão relacionados aos eixos de *prevenção/mitigação para redução de riscos de desastres* e *preparação para uma resposta eficaz. O* entendimento das características topográficas atuais do território e das seções transversais de corpos hídricos, a previsão de eventos hidrometeorológicos em tempo real e a realização de simulações que demonstrem como os volumes de chuva vão influenciar na elevação dos níveis dos rios e seu avanço pelo território ocupado são fundamentais em uma estratégia para construção de resiliência e, por este motivo, requerem atenção na elaboração dos Termos de Referência que moldarão suas contratações.

O aerolevantamento com tecnologia LiDAR e o levantamento topobatimétrico dos principais corpos hídricos, previstos nas contratações em análise, são diagnósticos/mapeamentos de base importantes e necessários para planejar e executar diferentes ações, programas e projetos estratégicos na construção de resiliência. Através do conhecimento detalhado da topografia e das seções transversais dos rios, é possível estimar, através da modelagem hidrodinâmica, as áreas suscetíveis à inundação. As manchas de inundação geradas nas simulações com precipitações de diferentes tempos de retorno darão subsídio para um adequado planejamento de medidas estruturais e não estruturais, tais como obras de contenção de cheias, zoneamentos do território, utilização de seguros para imóveis e empreendimentos, entre outras estratégias que reduzem, mitigam ou se adaptam aos riscos de desastres hidrometeorológicos.

Somado a isso, as informações pluviométricas e de níveis dos rios (linimétricas) em tempo real, entre outros parâmetros fornecidos por uma rede de estações hidrometeorológicas adequadamente instaladas e posicionadas, são dados fundamentais para a preparação aos desastres. Os dados emitidos pelas estações meteorológicas e linimétricas são utilizados para alimentar o modelo hidrodinâmico e permitem a estimativa do avanço espaço-temporal da mancha de inundação, subsidiando a tomada de decisão na emissão de alertas à população.

Constata-se que estes objetos de contratação fazem parte de um grupo de serviços que se interligam, sendo que alguns produtos somente podem ser desenvolvidos à medida em que outros já tenham sido obtidos, a exemplo da previsão, que depende da topobatimetria e dos dados providos pela rede hidrometeorológica. Sendo assim, esta Secretaria Executiva acredita que as análises solicitadas pela SERG deveriam ser realizadas em conjunto pelo mesmo grupo de especialistas, de forma a avaliar as potencialidades e lacunas das contratações com vistas à construção de resiliência, tendo como base as informações compartilhadas via PROA.

3 PARECER

Para a emissão do presente parecer, os Termos de Referência foram classificados em dois grandes grupos, considerando as similaridades de seus objetos:

- **Grupo I – Mapeamentos de base**: Termos de Referência para o aerolevantamento por tecnologia LiDAR e para os serviços de batimetria;
- **Grupo II – Monitoramento, previsão e alerta**: Termos de Referência para as estações telemétricas e para a previsão hidrológica.

O Quadro 2 apresenta a síntese do parecer da Secretaria Executiva do Comitê Científico de Adaptação e Resiliência Climática para os pareceres relativos aos seguintes processos:

- PROA 24/0400-0000666-1 - LiDAR;
- PROA 24/0400-0000667-0 - Batimetria;
- PROA 24/0400-0000661-0 - Previsão hidrológica e;
- PROA 27/0400-0000660-2 - *Nowcasting*.

Quadro 2 - Quadro-Resumo da Avaliação da Secretaria Executiva do Comitê Científico de Adaptação e Resiliência Climática

Secretaria Responsável-Grupo de TR	**Grupo/Termo de Referência**	**Avaliação**	**Decisão**
Secretaria de Meio Ambiente e Infraestrutura (SEMA) Grupo I: Mapeamentos de base	Aerolevantamento por tecnologia LiDAR	Ambos os Termos de Referência estão adequados ao escopo da contratação e necessitam apenas de pequenos ajustes no texto e nas especificações técnicas	Termos de Referência devem ser encaminhados para contratação após ajustes sugeridos pelos especialistas
	Batimetria dos principais corpos hídricos		
Casa Militar/Defesa Civil Grupo II: Monitoramento, previsão e alerta	Estações telemétricas	Ambos os Termos de Referência apresentam muitos problemas de redação, conceitos técnicos e incongruências que não deixam claro o objeto de contratação.	Termos de Referência devem ser reformulados e re-encaminhados para nova análise pelo Comitê Científico.
	Previsões hidrológicas		

3.1 Parecer do Grupo I - Mapeamentos de base

Os Termos de Referência do Grupo I, elaborados pela Secretaria de Meio Ambiente e Infraestrutura (SEMA), para as contratações do aerolevantamento por tecnologia LiDAR e a topobatimetria, são projetos que necessitam ser realizados no menor prazo possível, visto que são mapeamentos de base para gerar subsídios na evolução do planejamento e execução de medidas de redução de riscos de desastres. A partir da obtenção dos MDT e MDS, bem como das seções transversais dos principais rios, será possível avançar para o desenvolvimento de ferramentas que darão suporte ao planejamento do uso e ocupação do solo, sistemas de monitoramento, previsão e alerta, entre outras ações que devem ser feitas de forma orquestrada para a construção de resiliência. Os textos apresentados para os resumos técnicos se mostram adequados ao escopo da contratação, necessitando, porém, de alguns ajustes para sua qualificação, especialmente no que tange o detalhamento de especificações técnicas. As recomendações de ajustes são apresentadas no item 4.1 deste documento.

A Secretaria Executiva do Comitê Científico de Adaptação e Resiliência Climática recomenda a inclusão das sugestões dadas pelos especialistas consultados, permitindo assim avançar nos procedimentos necessários para a efetivação das contratações via Edital.

3.2 Parecer do Grupo II - Monitoramento, previsão e alerta

Os Termos de Referência do Grupo II, elaborados pela Casa Militar, através da Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil, para contratação da rede telemétrica e da previsão hidrológica, também são fundamentais no processo de construção de resiliência no Rio Grande do Sul, e necessitam de atenção do Estado para sua formulação. Ao avaliar os resumos técnicos apresentados, o grupo de especialistas aponta que ainda é necessário avançar no que se refere à sua concepção. Foi possível constatar que estes dois Termos de Referência apresentam problemas conceituais, falta de definição do escopo do objeto,

incongruências e lacunas nas especificações técnicas e, além disso, necessidade de adequação da sua redação.

Além das incongruências e lacunas nas especificações técnicas do objeto, o Termo de Referência das Redes Telemétricas não apresenta um planejamento adequado da localização das 130 estações previstas e, além disso, não considera a integração destas novas estações com as demais existentes no Estado. Em relação ao Termo de Referência para Previsões Hidrológicas, a menção da contratação atrelada à possível existência de MDTs fragiliza a proposta. Para que a contratação seja viável deve-se deixar claro a base de dados existente a ser utilizada, ou então, essa contratação deverá aguardar os resultados da contração dos Termos de Referência do Grupo I.

A Secretaria Executiva do Comitê Científico de Adaptação e Resiliência Climática recomenda que estes Termos de Referência retornem à Defesa Civil para que a equipe técnica evolua nas discussões para a sua concepção, e estabeleça claramente quais são as diretrizes mais adequadas para um sistema de monitoramento, previsão e alerta do Estado do Rio Grande do Sul. As recomendações de ajustes são apresentadas no item 4.2 deste documento.

3.3 Considerações complementares ao parecer

No que se refere à logística computacional das contratações do Grupo II, considera-se importante que o Estado defina uma arquitetura de software para criar ambientes de compartilhamento de dados (*Data Spaces*), possibilitando a interoperabilidade de dados entre os diferentes sistemas (sistemas legados e novos sistemas). Existem muitos desafios envolvidos na criação de ambientes de compartilhamento de dados seguros e soberanos, garantindo a interoperabilidade e mantendo práticas robustas de segurança e governança. Porém, a sua implementação é necessária e urgente em se tratando do uso e implantação de diferentes sistemas que fornecem dados para uma tomada de decisão. É importante que um ambiente desta natureza deva ser de domínio do Estado, evitando a formação de silos digitais e impedindo que empresas

contratadas tenham o domínio da plataforma ou dos dados, sob pena do Estado ficar refém dessas empresas no futuro, em função do acúmulo de dados importantes em suas bases de dados ou impossibilidade de acessar os dados devido a questões contratuais, técnicas ou tecnológicas.

Importante ressaltar que a interoperabilidade de dados vai muito além da integração de um sistema em uma plataforma ou com sistemas já existentes em um setor de governo, como por exemplo a integração de um novo sistema com os sistemas existentes da Defesa Civil. A interoperabilidade de dados é algo que integra os diferentes agentes do Estado, permitindo, também, que a sociedade acesse os dados de acordo com o sistema de governança acordado. Obviamente que a implementação de uma plataforma desse porte demanda esforço e tempo; entretanto, a partir de uma definição desta plataforma é possível iniciar a implementação a partir dos sistemas da Defesa Civil, por exemplo, mas que vá sendo expandida ao longo do tempo.

Por fim, a transferência tecnológica para o Estado é um ponto importante a ser considerado nos Termos de Referência, pois isso vai garantir a realização de serviços futuros de manutenção, bem como outros que não estejam previstos no Termo de Referência. É importante que o Estado tenha a liberdade de escolha sobre como trabalhar com os dados que lhe interessam, sem empecilhos causados pelo desconhecimento das técnicas e tecnologias adotadas pela empresa contratada.

Um ponto importante, também a ser colocado neste parecer, é que alguns dos especialistas consultados não concordam com a tática prevista pelo Estado para a contratação de uma empresa privada para fornecer os serviços de monitoramento, previsão e alerta. Segundo estes especialistas, dados meteorológicos e hidrológicos são informações estratégicas de gestão pública, tanto para monitoramento e previsão de eventos extremos, quanto para as principais atividades econômicas. Este sistema deverá seguir normas técnicas rígidas para os tipos de sensores e padrões de observação, não sendo adequado ficar atrelado às mudanças geradas por cancelamentos de contratos ou a constante substituição de prestadores de serviço. Defendem que existe uma

expertise já consolidada de órgãos nas esferas federais e estaduais que atuam na operação de estações de superfície e previsões hidrológicas, e que estas deveriam ser incorporados a um sistema integrado a ser liderado, por exemplo, pelo Centro Integrado de Gestão de Riscos e Desastres da Defesa Civil, com servidores próprios, cujo projeto está previsto dentro dos projetos estruturantes do Plano Rio Grande.

Por outro lado, outros especialistas consultados, assim como essa Secretaria Executiva, acreditam que diferentes alternativas podem ser adequadas para a implementação de um Sistema Estadual de Monitoramento, Previsão e Alerta, incluindo a possibilidade de contratação de terceiros. Para qualquer uma das alternativas escolhidas, é importante destacar a necessidade de que o Estado tenha consciência sobre as vantagens, oportunidades e limitações oferecidas pela sua escolha, criando condições para que o seu sistema tenha robustez, continuidade e sustentabilidade operacional e econômica.

A Secretaria Executiva se coloca à disposição para contribuir na reformulação dos Termos de Referência do Grupo II. Os especialistas que colaboraram nesta análise sugerem a criação de um Grupo de Trabalho (GT) com a Defesa Civil com o objetivo de alinhar a proposta do Estado para o seu Sistema de Monitoramento, Previsão e Alerta.

4 CONSIDERAÇÕES TÉCNICAS SOBRE O DELINEAMENTO DAS CONTRATAÇÕES

De forma a elucidar as motivações que levaram ao parecer apresentado, serão apresentadas considerações técnicas detalhadas para cada um dos Termos de Referência, que, conforme já explicado anteriormente, foram classificados em dois grandes grupos:

- **Grupo I – Mapeamentos de base**: Termos de Referência para o aerolevantamento por tecnologia LiDAR e para os serviços de batimetria;
- **Grupo II – Monitoramento, previsão e alerta**: Termos de Referência para as estações telemétrica e para a previsão hidrológica.

4.1 Grupo I – Mapeamentos de base

Conforme já exposto anteriormente, este grupo de contratações (aerolevantamento LiDAR e batimetria) é fundamental e urgente para o Estado do Rio Grande do Sul, pois caracteriza-se como mapeamentos de base importantes e que tem aplicação em uma grande variedade de áreas, ultrapassando, inclusive, àquelas elencadas no resumo técnico como de uso prioritário.

De acordo com os especialistas consultados, o texto do resumo técnico de ambos os objetos de contratação deste grupo está apresentado de forma clara e atende aos objetivos gerais previstos para as contratações. Entretanto, os especialistas consultados apontam algumas alterações necessárias para qualificar os Termos de Referência, cujo detalhamento é apresentado na sequência deste documento.

4.1.1 Aerolevantamento com tecnologia LiDAR

- **Quanto à redação do resumo técnico**

Para melhorar a clareza das informações, sugere-se que seja inserido um glossário no início do termo de referência. Além disso, foram identificados no texto do resumo técnico alguns trechos com problemas de ortografia e

pontuação que precisam ser corrigidos, conforme é demonstrado no exemplo que segue:

> Texto original: *"O Estado do Rio Grande do Sul vem sendo atingindo severamente por inundações e movimentos de massa, por isso se faz necessário..."*
>
> Texto revisado: *"O Estado do Rio Grande do Sul vem sendo atingido severamente por inundações e movimentos de massa, por isso, se faz necessário..."*

Recomenda-se uma revisão geral na ortografia e gramática do texto. Além disso, para publicação deste escopo em edital, este deve ser colocado em forma de Termo de Referência dos produtos e análises que deverão ser entregues. Isso deverá trazer maior qualidade de entrega dos produtos e segurança jurídica.

- **Quanto à justificativa**

Acredita-se ser necessário efetuar alguns ajustes no texto para deixar mais consistente a justificativa da contratação. Sobre a passagem:

> "Atualmente, o sistema de alertas de inundação está baseado em modelo hidrológico chuva-vazão. O Estado está atuando para viabilizar a utilização de modelo hidrodinâmico em que as informações altimétricas são fundamentais para a acurácia dos resultados dos modelos".

Os especialistas acreditam que este trecho mereça atenção ao ser colocado na justificativa. Na modelagem através de chuva-vazão a informação também é convertida para uma cota para fins de alerta. Sendo assim, esse argumento não se sustentaria como sendo de utilidade apenas para a modelagem hidrodinâmica.

- **Quanto aos objetivos específicos**

Para qualificar a redação e para que os produtos gerados por essa contratação possam contribuir amplamente em avanços de diferentes áreas no Estado do

Rio Grande do Sul, sugerem-se adequações na redação dos objetivos específicos, conforme a seguinte sugestão de redação:

Realizar o mapeamento digital do terreno e de superfície de todas as Bacias Hidrográficas do Estado do Rio Grande do Sul, através de sistema de perfilamento a LASER (LiDAR).

Gerar Modelo Digital do Terreno (MDT) e Modelo Digital de Superfície (MDS), de acordo com formato especificado neste edital, visando publicitação gratuita e sua ampla utilização por diferentes organismos do Estado, municípios, instituições de pesquisa, profissionais, entre outros.

Os produtos gerados a partir do processamento deste levantamento atenderão a diferentes finalidades, sendo que, no contexto deste Termo de Referência, a geração das informações de alta qualidade são especialmente estratégicas para garantir:

i) a modelagem hidrodinâmica para previsão de níveis de corpos hídricos;

ii) o mapeamento de áreas suscetíveis a inundações;

iii) o mapeamento de áreas suscetíveis a movimentos de massa;

iv) o planejamento de uso e ocupação do solo.

Complementarmente a esses objetivos, os produtos também poderão ser utilizados para:

i) Aprimorar o Balanço Hídrico integrado ao Sistema de Outorga de Água do RS (SIOUT RS);

ii) Mensuração precisa de alturas de vegetação pela diferença entre Modelo Digital de Terreno (MDT) e Modelo Digital de Superfície (MDS);

iii) Outros usos em que as informações do MDT e/ou MDS se façam necessários.

- **Quanto aos critérios técnicos da contratação**

Amostragem mínima: sugere-se a reavaliação da quantidade de pontos por m², uma vez que a densidade de pontos varia de acordo com parâmetros do levantamento, do sistema sensor e da plataforma utilizada, sendo normalmente de 50 pontos por m² para regiões íngremes ou densamente vegetadas e até 25 pontos por m² para as demais situações. Considerando que foi estipulado uma resolução espacial de 50 cm, os 4pt/m² podem, a depender da região (mais íngreme ou vegetada), impactar negativamente para o alcance da resolução espacial pretendida.

Formatos das entregas: deixar mais claro que as entregas dos produtos deve ser nos formatos raster e vetorial, podendo ser utilizada a seguinte redação:

> *A CONTRATADA deverá entregar produtos processados de MDT, MDS em formato Raster (GEOTIFF), vetorial e a nuvem de pontos de MDT e MDS em formato .las, normalmente utilizados para dados laser. Também devem ser entregues a nuvem bruta de pontos, ou seja, sem a aplicação de filtros nos valores obtidos pelos sensores.*

Classificação da nuvem de pontos: sugere-se que, na classificação da nuvem de pontos, no que se refere às edificações, seja adequado fazer menção às classes de altura, dividindo entre edificações altas e baixas. Além disso, ao citar vegetação baixa, acredita-se ser mais adequado citar vegetação rasteira.

Escala dos produtos gerados: sugere-se a adoção da escala 1:1000 para as principais sedes municipais, bem como àquelas com sedes próximas aos principais rios que compõem cada bacia hidrográfica. Quanto ao uso da palavra “principais” ressalta-se a necessidade de definir o que estaria sendo considerado como principal. Sugere-se deixar isso claro no Termo de Referência, podendo adotar-se como estratégia a classificação do IBGE (Metrópoles, Capitais Regionais, Centros Sub-Regionais e Centros Locais), ou então, a utilização de uma ordem dos rios;

Precisão dos dados: Sugere-se indicar claramente no texto o número ou a frequência dos pontos de checagem. Além disso, sugere-se que, para a avaliação do erro quadrático médio, para a diferença entre o valor da coordenada do ponto de controle e a valor da coordenada do ponto homólogo na nuvem de pontos (Δ), o ponto homólogo poderá ser obtido por meio de interpolação, caso não exista ponto na nuvem de pontos que coincida com o ponto de controle em análise. É necessário ser observado a exatidão posicional referente às características da planimetria e altimetria do conjunto de dados analisado, sendo ela composta por três subelementos, em acordo com a Norma ISO 19157/2013:

a. *Acurácia posicional absoluta ou externa;*
b. Acurácia posicional relativa ou interna e;
c. Acurácia posicional dos dados em grade.

Considera-se essencial que seja estabelecido no escopo de entrega: acurácia planimétrica e altimétrica.

Levantamento fora da área territorial do Estado: o texto do Termo de Referência precisa deixar mais claro como será considerado o território das bacias que extrapolam os limites do território do Rio Grande do Sul. Sugere-se esclarecer como será realizado o acoplamento da base a ser gerada com a base já existente de Santa Catarina. Além disso, o termo de referência deverá indicar como será realizado o voo sobre os territórios uruguaio e argentino, especialmente no caso do primeiro, devido à fronteira seca existente.

4.1.2 Levantamento batimétrico

- **Quanto à redação do resumo técnico**

Para melhorar a clareza das informações, também se sugere a inserção de um glossário, bem como revisão da escrita e possível reorganização dos itens do Termo de Referência. Para publicação deste escopo em edital, este deve ser colocado em forma de Termo de Referência dos produtos e análises que

deverão ser entregues, o que deverá trazer maior qualidade de entrega dos produtos e segurança jurídica.

- **Quanto aos objetivos específicos**

Recomenda-se a revisão dos objetivos específicos visando fornecer referências suficientes para deixar claro a especificidade da contratação. Utilizar a expressão levantamento hidrográfico, sem a adequada complementação, não deixa claro os moldes do levantamento requerido. Sugere-se que a redação seja complementada com informações sobre as características esperadas para esse levantamento.

- **Quanto aos critérios técnicos da contratação**

Plano de trabalho: sugere-se que, junto à entrega do plano de trabalho, seja fornecida também a identificação, através de mapas e arquivos shapefile e kml, das seções previstas para o levantamento, em acordo com os percentis descritos no parágrafo 1 da página 40.

Metodologia: sugere-se acrescentar a apresentação das metodologias aplicadas para o levantamento das informações topobatimétricas; usos de manuais de levantamento topobatimétrico da ANA; a obrigatoriedade de aplicar as análises topobatimétricas nos rios principais e afluentes mais significativos de cada bacia hidrográfica que compõe os lotes de análise; integração da seção molhada e seção seca; avaliação dos resultados e; avaliar, em casos de inundações, em sessões já levantadas, se as mesmas deverão ser repetidas nos rios principais. Além disso, deve-se estabelecer como será realizado o levantamento nas águas dos corpos hídricos limítrofes, especialmente da lagoa Mirim.

Mono e multifeixe: De acordo com os especialistas consultados, o uso de multifeixe não é adequado para os sistemas lagunares a baixas profundidades. Sendo assim, se sugere estabelecer uma profundidade mínima para esses casos, deixando as áreas mais rasas para o levantamento monofeixe, mantendo o espaçamento entre as linhas médias das faixas de levantamento.

Entregas: sugere-se que as entregas ocorram em formatos de relatórios e arquivos georreferenciados processados, minimamente em formato dwg, shp, kml. Também se recomenda que os relatórios e dados topobatimétricos sejam entregues em formato parcial e final, sendo entregues de acordo com a execução do cronograma sugerido, para que estes dados possam ser aplicados em pesquisas e modelagens hidrodinâmicas em paralelo à execução do escopo da contratação. Sugere-se também, avaliar medidas cabíveis para aceite de extensão de prazo, em casos de pedidos de prorrogação de entrega.

Acoplamento de bases: Acredita-se que o texto deve estabelecer o procedimento para acoplamento das informações ao levantamento por LiDAR previsto para o outro Termo de Referência.

4.2 Grupo II – Monitoramento, previsão e alerta

Conforme já apresentado anteriormente no parecer, os resumos executivos desse grupo de contratações demonstram que ainda existe a necessidade de se discutir e refletir sobre as expectativas do Estado em relação ao seu sistema de monitoramento, previsão e alerta.

Os apontamentos apresentados pelos especialistas são vários e serão detalhados na sequência.

4.2.1 Estações *nowcasting*

- **Quanto à redação do resumo técnico**

De forma geral, o texto compartilhado apresenta muitos problemas de redação (ortográficos e gramaticais), equívocos de conceitos e carência de detalhamentos de algumas especificações técnicas. Sugere-se a reescrita do texto.

- **Quanto ao título do objeto da contratação**

O título do resumo técnico estabelece como objeto de análise a “contratação de estações *nowcasting* do Rio Grande do Sul”.

Segundo esclarecido pelos especialistas consultados, o termo técnico *nowcasting* tem origem no vocabulário meteorológico aplicado à previsão de tempestades severas. Conforme o relatório de diretrizes para implementação do *Nowcasting* no Brasil, do Comitê Científico de *Nowcasting*, instituído pela Portaria 663, de 15 de dezembro de 2022 (INPE), entende-se como previsão de curtíssimo prazo a previsão atmosférica em alta resolução espacial e temporal (0-2h) utilizando um sistema integrado de observações com atualização rápida.

A realização de *nowcasting* é de responsabilidade do profissional da área de meteorologia, treinado e qualificado para realizar a previsão de tempo severo dentro das diretrizes nacionais para *nowcasting* e os padrões internacionalmente aceitos.

As estações citadas no resumo técnico são automatizadas de forma que possam ser utilizadas para a realização de previsão de tempo severo pelos meteorologistas, não devendo ser denominadas de “estações de monitoramento hidrometeorológico da “modalidade *Nowcasting*” e sim, como “estações automáticas de rápida resposta”. Recomenda-se ajustes para que este equívoco conceitual não seja transferido para o Termo de Referência.

- **Quanto à justificativa**

Reforça-se novamente a necessidade revisão de texto, tais como:

> *Texto original: “Via de regra a obtenção das informações meteorológicas de tal maneira obriga o gestor público...”*
>
> *Texto revisado: “Via de regra, a obtenção das informações meteorológicas de tal maneira obriga o gestor público...”*

Além disso, a redação da última frase da justificativa não está conclusiva. Acredita-se que a sugestão a seguir possa atender o pretendido na escrita do texto:

"Portanto, é necessária aquisição de bens e serviços adicionais e complementares, com uso de ferramentas tecnológicas de última geração, que possam trazer à mesa de debate informações técnicas específicas que façam a diferença para a tomada de decisão, aprimorando e qualificando a capacidade de resposta do Poder Público."

- **Quanto aos objetivos específicos**

No texto dos objetivos específicos foram identificados pontos que requerem melhoria na redação, cujas sugestões de revisão são apresentadas a seguir:

1º item - sugere-se revisão de texto.

"Dotar a Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil do Estado do Rio Grande do Sul de informações hidrometeorológicas apuradas e qualificadas, estas com origem em rede de estações telemétricas de rápida resposta, permitindo serviços de monitoramento, nowcasting e alerta direcionados à tomada de decisão voltada para adoção de medidas preliminares preparatórias e de resposta a eventos hidrometeorológicos adversos."

2º item - sugere-se revisão de texto.

"Ampliar a capacidade de monitoramento, acompanhamento e alerta antecipado no Estado do Rio Grande do Sul, de forma a prestar suporte ao Poder Público nas fases de preparação e resposta a potenciais desastres, com foco no Sistema Integrado de Monitoramento e Alerta – SIMA, Decreto Estadual nº 56.434/2022."

3º item - sugestão de substituição de "de movimento de massa" para "geológico", ficando a frase:

"Trazer melhorias às ações de monitoramento hidrometeorológico do Estado, em especial para eventos potencialmente causadores de

desastres, com foco especial nos eventos de risco hidrológico, meteorológico e geológico.

4º item - sugestão de redação:

"Contribuir para a minimização do risco de desastres decorrentes de eventos adversos."

5º item - Correção conceitual é requerida no trecho:

"implantar uma rede de monitoramento hidrológico, meteorológico e pluviométrico"

O monitoramento hidrológico já inclui o monitoramento da precipitação (pluviométrico), assim como o meteorológico já inclui essa mesma variável. Desta forma, sugere-se a revisão deste item, incluindo explicitamente as variáveis mínimas que deverão ser monitoradas (precipitação, cota d'água, vazões, vento, temperatura etc.) e que devem ser adequadas aos requisitos do sistema de previsão a ser implementado.

6º item – Frase não fornece informação concreta sobre o que se pretende na contratação.

"Implantar um sistema de telemetria de alta disponibilidade."

Esta redação deixa o questionamento do que seria a alta disponibilidade nesse caso. Se refere à alta frequência de aquisição e disponibilização de dados, ou apenas de disponibilidade sem se ater a sua frequência?

7º item - A frase não tem conclusão.

"Gerar produtos batimétricos em formato compatível que possam ser"

O pretendido seria a obtenção de informação topobatimétrica da seção transversal dos rios junto às estações fluviométricas instaladas, que viabilizem a elaboração de curva de descarga? Em caso afirmativo, a sugestão para este item poderia ter a seguinte redação:

> “Gerar produtos topobatimétricos das seções transversais dos rios atualizadas a cada X meses, e desenvolvimento de curva de descarga com inclusão de dados de vazão a cada Y meses.”

8º item – Acredita-se que as estações hidrológicas às quais se refere este item seriam as fluviométricas, no sentido mais restrito. Talvez, esse ter a seguinte redação:

> “Implantar um sistema de videomonitoramento junto às estações fluviométricas, que permita acompanhar as variações dos níveis d’água.”

- **Quanto à descrição das atividades a serem realizadas**

O texto não demonstra muita clareza do objeto a ser contratado, com problemas de redação significativos e confusões conceituais.

O primeiro parágrafo menciona que foi realizado um planejamento para a definição da macrolocalização das estações a serem instaladas. Entretanto, o texto não apresenta por quem, como esse planejamento foi feito, e qual o objetivo de monitoramento. A rede que está sendo prevista nesta contratação será voltada para monitoramento de inundações e enxurradas? O texto não menciona se o estudo está considerando as diretrizes da Organização Mundial de Meteorologia (OMM), especialmente no que tange os objetivos do monitoramento e da densidade da rede de estações.

Um ponto importante levantado pelos especialistas consultados é sobre a integração dos dados com as redes atualmente operantes no território do Estado do Rio Grande do Sul. Questiona-se como essa nova rede de 130 estações vai se integrar à rede atual existente, visto os significativos investimentos precedentes realizados para concretizar a sala de situação, inicialmente implementada pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Infraestrutura, mas que atualmente está sob responsabilidade da Defesa Civil Estadual.

Além disso, outras redes de monitoramento também estão operantes no Estado. O Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), por exemplo, tem uma rede de 45 estações meteorológicas distribuídas no território gaúcho e que segue padrões internacionais recomendados pela OMM. Inclusive, iniciativas de ampliação dessa rede estão em andamento, com previsão de aquisição de mais 55 novas estações completas, que farão o monitoramento de temperatura, umidade relativa e informações sobre direção, intensidade e rajadas de ventos.

Importante destacar, ainda, que existem outras redes de monitoramento de órgãos importantes como o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), o Serviço Geológico do Brasil (SGB) e da própria Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico (ANA), esta última também com iniciativas em andamento para a ampliação da sua cobertura no Estado.

Embora o resumo técnico mencione a integração dos dados na rede de dados abertos do CEMADEN, SEMA, INMET e SGB dentre outras, não especifica a necessidade de reuniões prévias com essas instituições e com as universidades, centros e institutos de pesquisa que se caracterizam como potenciais usuários, visando o dimensionamento da rede, a fim de evitar sobreposições desnecessárias. Recomenda-se que essa prerrogativa conste na fase 1 da proposta.

Quanto à macrolocalização da rede telemétrica, os especialistas consultados indicaram que a rede proposta é insuficiente para cumprir o objeto central da contratação em muitas bacias hidrográficas, como as bacias dos rios Taquari-Antas e Pardinho. A Figura 2 apresenta a espacialização das estações telemétricas propostas no resumo técnico, sendo possível perceber que a proposição deste Termo de Referência supre demandas pontuais, mas não resolve a problemática da antecedência de previsão em muitas regiões do Estado do Rio Grande do Sul, não contemplando, inclusive, os objetivos do PROA 24/0400-0000661-0, o que abre premissas preocupantes do ponto de vista da efetividade do Edital e segurança jurídica para prestação de contas públicas.

Figura 2 - Espacialização das estações telemétricas de acordo com o resumo técnico do Termo de Referência



Constatou-se que a relação apresentada no Anexo I do Termo de Referência lista 111 estações e não o número de 130, conforme citado no resumo técnico. Essas incongruências geram confusão ao objeto do contrato. Além disso, para que o Termo de Referência deixe claro o que se pretende com a formação dessa rede, é necessário que seja informado qual é o conjunto de variáveis mínimas a serem monitoradas nas estações hidrometeorológicas. Inclusive, o Anexo I deveria indicar além da localização, as variáveis a serem monitoradas em cada um dos pontos selecionados.

Além disso, o resumo técnico não faz referência ao padrão que deverá ser seguido na instalação das estações. Os especialistas consultados destacam que a confiabilidade dos dados é fundamental para uma rede de monitoramento, sendo que a instalação deverá seguir as regras internacionais definidas pela OMM, devendo isso estar explícito no Termo de Referência.

Quanto às especificações técnicas mínimas dos sensores, acredita-se que a proposta é razoável e contempla uma gama de fornecedores. Entretanto, sugere-se retirar detalhamentos como a categoria do aço do Sensor Fluviométrico de Pressão, para que o Termo de Referência possa contemplar um maior número de fornecedores.

Foram identificadas outras confusões em trechos do texto, como por exemplo na frase:

> *"Em cada uma das estações de monitoramento deve ser realizado a materialização da seção monitorada e a topobatimetria da seção."*

Salienta-se que não seria possível fazer uma topobatimetria em uma estação pluviométrica, por exemplo. Da mesma forma, as frases que aparecem na sequência, nitidamente, referem-se às estações fluviométricas:

> *"Em cada seção deverão ser alocadas três referências de nível (RN) ...."*

> *"As RN 01 e 02 servirão respectivamente... "*

Sendo assim, reforça-se a necessidade de revisão do texto, pois certamente existe confusão entre as diferentes instalações a serem realizadas e a necessidade de informação que cada uma demanda.

As atividades da contratada também devem estar bem esclarecidas no Termo de Referência, indicando o tipo de informação que se pretende obter para cada tipo de estação implementada. Na atual leitura do resumo técnico há referências sobre as estações fluviométricas, mas não se observa a necessidade de nenhum tipo de material descritivo de outras estações como pluviométricas simples, ou meteorológicas.

- **Quanto às informações relacionadas à área de tecnologia**

Em relação ao texto contido na página 41, parágrafo 3º:

> *"É de responsabilidade da contratada fornecer a solução completa de painel de telemetria, equipado com dispositivos eletrônicos capazes de realizar a coleta, processamento, armazenamento e transmissão de dados para a central supervisória. Esta solução deve ser capaz de monitorar e registrar dados hidrometeorológicos, o estado geral de funcionamento dos equipamentos, capturar imagens e transmissão de streaming de vídeo."*

De acordo com o especialista consultado sobre a temática, sugere-se que seja especificado em maior nível de detalhe o que se entende por solução completa de painel de telemetria, pois isto pode ser entendido tanto como sendo um *dashboard* embarcado no dispositivo, ou como um sistema responsável por, em

linhas gerais, agregar os dados (fusão de sensores) e transmitir para um sistema em nuvem.

Além disto, as questões de processamento e armazenamento suscitam dúvidas se a intenção é de que esteja previsto o processamento dos dados no dispositivo (*edge computing*) ou se processamento se refere ao ato de coletar os dados brutos (*raw data*), agregar e transmitir estes dados para um sistema em nuvem onde serão processados. Em relação ao armazenamento, o termo está se referindo ao ato de realizar o armazenamento dos dados no dispositivo por um período para fins de histórico recente, por exemplo através do uso de memória auxiliar? ou se refere ao ato de armazenar os dados localmente (*buffer* de dados em memória principal) para os casos de eventuais desconexões do dispositivo por um determinado período?

Recomenda-se, ainda, que seja especificado o formato dos dados a serem transmitidos para que estes possam ser integrados com os demais sistemas existentes. Por exemplo: se os dados serão transmitidos através de um arquivo JSON (*JavaScript Object Notation*) ou CSV (Valores Separados por Vírgula), qual será o formato deste arquivo; ou se a opção será a transmissão de dados brutos sem formato específico utilizando o protocolo de comunicação de mais baixo nível de abstração, como por exemplo TCP (Protocolo de Controle de Transmissão).

Para o caso da transmissão de streaming de vídeo e imagens, sugere-se que seja especificado o formato de dados e resolução esperados, como por exemplo H264, H265 (HEVC), MPEG-4 ou outros para vídeo, e JPEG, PNG ou outros para imagens. Desta forma, evitam-se questões subjetivas relacionadas à interpretação daquilo que é esperado. Outro ponto que necessita ficar claro no Termo de Referência para evitar entendimento equivocado, diz respeito à central supervisória. Deve ser esclarecido se esta central será fornecida pela empresa contratada ou é um sistema que o Governo Estadual já possui e os dados coletados serão integrados. Caso a central supervisória seja fornecida pela empresa contratada, julga-se importante colocar no Termo de Referência que a empresa deverá realizar a transferência tecnológica para o Estado dos

artefatos desenvolvidos e utilizados na solução, em prazo determinado, para que, caso o contrato não seja renovado por qualquer motivo, o Governo Estadual permaneça operando a rede.

A realização da transferência tecnológica é importante para que o Estado não fique à mercê da empresa contratada quando for necessário realizar a renovação do contrato de prestação de serviço ou possível suspensão do contrato. Por fim, é importante que o Estado tenha domínio das técnicas e tecnologias empregadas na solução fornecida. Para tanto, o ponto fundamental é o estabelecimento das regras e condições de transferência tecnológica dos artefatos utilizados e desenvolvidas na solução que trata este parágrafo do Termo de Referência. Este cuidado poderá evitar que, no futuro, o Estado fique sem acesso à solução por motivo de suspensão do contrato de prestação de serviço por qualquer motivo.

Em relação à especificação contida na página 41, parágrafo 4º:

> *"A contratada deverá garantir o armazenamento dos dados hidrometeorológicos em nuvem através de coleta e transmissão telemétrica de dados"*

Julga-se importante definir quem será o responsável por instalar e manter a infraestrutura de nuvem para o armazenamento dos dados. O Termo de Referência deve definir se a nuvem será privada (de propriedade da empresa contratante ou do Estado), pública ou híbrida. Além disso, o Termo de Referência deve especificar o que ocorre com os dados armazenados na nuvem, caso essa seja mantida pela empresa contratada, após a finalização do contrato.

É importante ressaltar que, uma vez que os dados estejam armazenados em um sistema de nuvem mantido pela empresa, o custo financeiro para transferir estes dados para uma outra nuvem, cujo gerenciamento será de outro ente, não é desprezível, o que poderá inviabilizar o acesso aos dados. Além disso, caso a nuvem seja mantida pela empresa contratada, o Estado corre o risco de ser obrigado a renovar o contrato de prestação serviço com esta empresa por

tempo indeterminado, ao custo financeiro proposto pela empresa, sob pena de não ter mais acesso aos dados já armazenados. Considerando estes aspectos, a sugestão é de que o sistema de armazenamento em nuvem seja provido pelo Estado, garantindo independência e autonomia em relação aos dados.

Em relação à especificação contida na página 41, parágrafo 4º:

> *"Os dados devem ficar disponíveis para acesso a qualquer momento via plataforma e/ou API conforme necessidade da contratante."*

A disponibilização dos dados pode se dar de diferentes formas, o que pode dificultar a integração deste sistema com os demais sistemas que o Estado possui, mesmo que seja especificado como sendo dados abertos, pois existem diferentes formatos e formas de dados abertos. Além da central supervisória, julga-se importante que sejam fornecidas pelo menos mais duas possibilidades de acesso aos dados via plataforma, como por exemplo através da exportação de arquivo de dados em formato CSV e JSON.

Ainda em relação ao acesso aos dados, sugere-se que seja substituído o texto "e/ou" por "e". Considerando que os dados também devem estar disponíveis para consumo direto/automático, sem ser via central supervisória, o sistema deve prever o acesso aos dados via *API* (*Application Programming Interface*), como a *RESTful-API* que pode ser combinada com as descrições de API fornecidas pela *OpenAPI4*. Para ambos os casos, é importante que a empresa contratada forneça documento detalhando o banco de dados utilizado para armazenamento, descrição da *API* e o formato dos dados armazenados para que eles possam ser consumidos por sistemas de terceiros. Visando a interoperabilidade de dados, é recomendável que seja previsto o uso de um broker, como por exemplo *Apache Kafka* ou *Fiware*.

Em relação a especificação contida na página 41, parágrafo 5º:

> *"A contratada deverá fornecer um sistema primário para integrar os dados coletados via protocolo ModBus TCP com o servidor de dados em nuvem."*

Segundo o especialista consultado, ainda que o protocolo *ModBus* seja bastante difundido e utilizado em sistemas de automação devido ao fato de existir no mercado há mais tempo, o advento de conceitos como *IoT* (Internet da Coisas), redes 4G/5G/6G e dispositivos com comunicação sem fio geograficamente distribuídos, fez surgir o protocolo *MQTT*. O *MQTT* surge para auxiliar a resolver a comunicação de dados em aplicações onde o modelo cliente-servidor do *ModBus* não resolve. Este fato fez com que o MQTT seja amplamente utilizado em soluções *IoT*, sendo o modelo *Publish-Subscribe* utilizado para a troca de dados. No caso do uso deste modelo, é necessário um broker que será responsável pela troca de dados entre os dispositivos que publicam dados e aqueles que subscrevem para consumir estes dados. O modelo de *broker* facilita a integração entre diferentes plataformas, sendo algo a considerar na visão de Estado.

Assim como o protocolo *Modbus TCP*, o *MQTT* é implementado sobre a pilha *TCP/IP*, e se tornou um padrão aberto, com suporte em diversas linguagens de programação e usando diversas implementações de software livre. Diferente do protocolo *ModBus* que não prevê questões de segurança de dados, controle de acesso, troca de rede de comunicação do dispositivo ou do seu número IP (uso de *DHCP*), sendo que estes mecanismos devem ser implementados por soluções de terceiros, o *MQTT* implementa nativamente estes mecanismos.

A principal questão neste ponto diz respeito às características do modelo de arquitetura de sistema que se deseja implementar, e isto definirá o protocolo. O *MQTT* seria a melhor escolha caso o Estado esteja prevendo uma integração de dados provenientes dos diferentes sistemas/plataformas, onde existirá um dashboard (ou central supervisória) que concentrará todas as informações, onde os dispositivos enviarão dados sem a necessidade de uma requisição (push) e serão energizados por baterias (necessitam de um sistema de economia de energia), onde existe restrição de banda (economia de pacotes de dados).

Atualmente, os sistemas estão migrando para o protocolo *MQTT*, portanto seria aconselhável prever esta possibilidade sob pena de diminuir a vida útil do

sistema. Ainda, deve-se observar a integração com os sistemas legados utilizados pelo Estado. O uso de um protocolo não exclui o uso do outro, eles podem ser combinados dependendo das características do sistema que será implementado. Portanto, sugere-se que o texto seja modificado para prever também a possibilidade do uso do protocolo *MQTT* e, neste caso, também prever um sistema de *broker*. Caso a sugestão seja acatada, julga-se importante que o *broker* seja de domínio do Estado e não de domínio da empresa contratada, pelos mesmos motivos apresentados anteriormente. Isto não impossibilita que a empresa contratada forneça o *broker*, mas, se este for o caso, ela deverá realizar a transferência tecnológica, nos termos estabelecidos quando da assinatura do contrato.

Em relação à especificação contida na página 41, parágrafo 5º:

> *"Esses sistemas utilizarão o protocolo ModBus TCP com porta Ethernet e sistema de comunicação ModBus/RTU porta RS-485, possibilitando a integração direta da estação com a Defesa Civil Estadual."*

Caso a sugestão anterior seja acatada (estender a possibilidade do uso do protocolo *MQTT*), a integração com a Defesa Civil será realizada via *broker*, possibilitando extensões futuras para integração de outros sistemas. Neste caso esta frase deverá ser adaptada para prever esta integração também.

Em relação à especificação contida na página 42, parágrafo 2º:

> *"Para garantir a comunicação primária de dados com o servidor de nuvem, a contratada deverá equipar a estação com pelo menos duas formas de comunicação simultâneas de internet com gerenciamento automático para priorizar a rede mais estável. É obrigatório que uma dessas conexões seja via satélite de alta disponibilidade. Essa metodologia garante uma operação contínua e confiável, mesmo em condições adversas"*

A questão neste ponto diz respeito ao modelo de negócio que será implementado considerando a independência e autonomia do Estado quando for necessário discutir a renovação do contrato de serviço da contratada. Dependendo da escolha realizada pela contratada em relação a segunda forma

de comunicação, pode ser que o Estado se encontre em um impasse. Por exemplo, a contratada poderá optar por escolher, como segunda forma de comunicação, implantar uma rede *ad-hoc ZigBee* com repetidores; *LoRa*, cujos *gateways* são de sua propriedade; *SigFox*; Rádio de Comunicação (por exemplo 2.4GHz) ou fazer um acordo com uma operadora específica para fornecer comunicação 4G, 5G (rural, de longo alcance) ou *NB-IoT*, por exemplo. Isto implica que uma mudança futura na forma de comunicação devido a não renovação do contrato poderá impactar na implementação da plataforma de software, gerando custos adicionais obrigatórios não previstos, onerando o Estado. Logo, seria importante definir como será realizada a transferência tecnológica para o Estado, principalmente se a segunda forma de comunicação envolver equipamentos proprietários da contratada

4.2.2 Previsão de eventos hidrológicos

- **Quanto aos aspectos gerais da redação**

O resumo técnico apresenta problemas de redação, com erros ortográficos e gramaticais, como por exemplo a frase da página 4:

> *"Elaboração de manchas de inundanção".*

Além disso, a redação do texto não é clara em muitos trechos, gerando confusão no entendimento do objeto de contratação. Recomenda-se uma revisão geral na redação do Termo de Referência.

- **Quanto ao objeto da contratação**

O detalhamento do objeto de contratação não está claro, apresentando neste item uma relação de serviços que estaria mais adequada para estar elencada entre os objetivos específicos. Além disso, o objeto desta contratação não mostra ter sido planejado de forma integrada ao outro Termo de Referência relativo às estações telemétricas. Um dos itens apontados no objeto refere-se ao serviço de planejamento de redes de monitoramento e alerta; entretanto,

esta rede, em teoria, já estaria concebida e a contratação sendo prevista em outro Termo de Referência.

Sugere-se que o objeto de contratação seja reavaliado de forma que sua descrição demonstre a integração necessária à rede de estações a ser implementada através do outro Termo de Referência.

- **Quanto à justificativa**

Considerando que o último parágrafo da justificativa é o mesmo utilizado no resumo técnico do Termo de Referência das estações, recomenda-se a sua adequação seguindo as sugestões já feitas anteriormente.

- **Quanto aos objetivos específicos**

Sobre o 6º objetivo específico (página 39):

"Realizar simulações hidrológicas em tempo real."

Conforme apontado pelos especialistas consultados, as simulações em tempo real devem se estender para além da hidrologia e incluir a propagação do escoamento nos rios, usando para isso a modelagem adequada. Destaca-se que o próprio resumo técnico do Termo de Referência menciona mais à frente o uso do HEC-RAS.

Sobre o 13º objetivo específico (página 40):

"Prover serviços de consultoria na área de hidrologia."

Salienta-se que esse objetivo é bastante genérico e questiona-se se esse item seria necessário já que todo o escopo do Termo de Referência é sobre as especificidades desta consultoria.

Importante mencionar que foi possível perceber no texto das especificações de serviço que existe muito desbalanceamento com relação ao nível de detalhamento fornecido para o desenvolvimento dos diferentes objetos listados nos objetivos específicos.

- **Quanto ao mapeamento e identificação de trechos prioritários**

O texto não explicita o que se espera por “identificação de trechos prioritários para monitoramento”. Os trechos prioritários referem-se a trechos dos rios? O monitoramento mencionado estaria referido a que tipo de variáveis? Sugere-se adequações na redação para deixar claro o produto esperado para este objeto.

Além disso, o resumo aponta que, para esta atividade, deverão ser pesquisadas e interpretadas todas as informações disponíveis, citando inclusive as referências. Entretanto, não é indicada a metodologia que deve ser utilizada para definir os trechos que serão prioritários. Essa lacuna de informação deixa a interpretação vaga no que tange o significado de trecho prioritário. Estes trechos prioritários devem ser indicados no Termo de Referência.

- **Quanto à elaboração das manchas de inundação**

O texto aponta sobre possíveis revisões nas manchas de inundação e elaboração de novas”. Sugere-se alteração para:

> *“... a contratada será solicitada a realizar atualização das manchas de inundação...”*
>
> *“A elaboração de manchas de inundação de novas localidades, bem como de cenários específicos durante eventos críticos, será solicitada, conforme necessidade, ...”*

Quanto aos tempos de retorno, destaca-se que tempos de retorno de 2, 5 e 10 anos não são eventos críticos, mas são valores utilizados como parâmetros para obras de engenharia comuns de drenagem. Se esta contratação deve estar alinhada ao evento extremo ocorrido entre abril e maio de 2024, o tempo de retorno de 1.000 anos seria considerado baixo para a bacia do Guaíba.

Além disso, é importante destacar que cada bacia possui especificidades que vão influenciar as manchas de inundação. Acredita-se que para ser mais assertivo na elaboração das manchas para cada macrorregião ou bacia, seria necessário existir uma proposição de suporte regionalizado em cada região de referência do Estado.

- **Quanto ao mapeamento de áreas vulneráveis e enxurradas e escorregamentos.**

O título está apontando para mapeamento de áreas vulneráveis, mas o que se percebe na leitura do corpo do texto é que o que a contratação requer é o mapeamento de áreas suscetíveis. Importante esclarecer que a vulnerabilidade está associada às condições dos elementos expostos em resistir aos impactos dos eventos extremos, enquanto a suscetibilidade pode ser definida como a maior ou menor predisposição de ocorrência de um determinado processo em uma área específica. Esses equívocos conceituais devem ser eliminados do Termo de Referência.

Caso a contratação tenha como objeto o mapeamento de vulnerabilidade é necessário explicitar no texto a metodologia a ser utilizada, especialmente no que se refere aos indicadores adotados, que deverão incluir aspectos físicos, sociais, ambientais e de governança.

Mesmo que o texto dê indícios de que o esperado nesta contratação seja o mapeamento de suscetibilidade, percebe-se que não está clara a metodologia que deverá ser utilizada para o mapeamento da suscetibilidade para os processos perigosos de enxurradas e escorregamentos. Considera-se fundamental complementar o texto informando os critérios mínimos para metodologias aplicadas a cada tipologia de mapeamento.

O 1º parágrafo indica que a contratada deverá utilizar “dados disponíveis”, mas não aponta quais e de que fontes. Recomenda-se que o Termo de Referência explicite que dados e de que base eles deverão ser extraídos.

Em relação ao 2º parágrafo da página 42:

> *“Deverão ser avaliadas informações cruzadas a partir das cartas de suscetibilidade, correlacionando os municípios mapeados com as informações das cartas de suscetibilidade do Serviço Geológico do Brasil (SGB).”*

O resumo técnico aponta que são objeto de contratação 60 localidades, entretanto, o SGB, produziu até o momento cartas de suscetibilidade para 26

municípios gaúchos. Questiona-se o que será feito com os resultados obtidos para as demais 34 localidades. Além disso, considerando que essas 26 localidades já possuem cartas de suscetibilidade, também se questiona quais seriam as vantagens do produto desta contratação com relação aos produtos já produzidos pelo SGB. Caso a contratação preveja a realização de levantamentos de campo para melhorar a qualidade da informação, justificar-se-iam os novos mapeamentos.

- **Quanto ao planejamento da expansão de rede de monitoramento e alerta**

A inclusão deste produto para esta contratação causa estranheza, visto que existem um outro termo de referência para a contratação de 130 estações telemétricas para monitoramento meteorológico e hidrológico.

Considerando o trecho do texto:

> *"Deverão ser consideradas e analisadas as estações telemétricas e convencionais existentes no Estado, bem como o funcionamento e qualidade dos dados existentes nas bacias hidrográficas do Estado".*

Percebe-se que este objeto poderia estar relacionado ao estudo das condições de operação das estações já existentes no Estado do Rio Grande do Sul, e que, inclusive, fazem parte da rede de monitoramento da sala de situação. Caso esse seja o objeto, acredita-se que esse estudo poderia ser incluído no Termo de Referência sobre as estações, integrando as ações para o planejamento da rede.

- **Quanto à modelagem hidrológica e hidrodinâmica**

Em relação ao trecho:

> *"A contratada deverá utilizar as seções topobatimétricas e as medições de vazão e curvas-chave conhecidas para implantar, calibrar e manter os modelos hidrodinâmicos operacionais para a geração das manchas de inundação com base na vazão máxima prevista para as próximas 72*

> *horas. A seção topográfica deve ser associada ao Modelo Digital de Terreno, se disponível."*

A confiabilidade da resposta da modelagem hidrodinâmica está diretamente associada ao MDT e às seções transversais dos corpos hídricos. Considerando que existe um Termo de Referência com contratação em andamento destes mapeamentos de base, acredita-se que, para a contratação da modelagem hidrodinâmica para as 60 localidades, antes mesmo que existam produtos de MDT e topobatimetria ou que esses sejam atualizados, é necessário ter clareza sobre a existência desses dados, mesmo que desatualizados, nas localidades que estão previstas nesta contratação. A expressão "se disponível" deixa frágil a contratação prevista para o Termo de Referência de Previsão de eventos hidrológicos críticos.

Também se aponta como necessário a colocação como item obrigatório e não a ser considerado, a propagação de vazões, esta que é resultante das análises e resultante essencial para a compreensão do alcance da mancha de cheia, melhorando a compreensão técnica de agentes da defesa civil e a efetividade dos alertas.

Em relação ao trecho:

> *"As previsões hidrológicas deverão ser por conjunto (ensemble). As vazões resultados do modelo de previsão hidrológica deverão ser emitidas ao menos aos percentis de: 95%, 75%, 50%, 25% e 5%."*

Destaca-se que os percentis de 95% e 5% seriam coerentes com a definição de eventos críticos, mas os demais indicados não estariam classificados como críticos. Sugere-se adequar o texto de forma que seja coerente com o que se espera do objeto contratado.

Por fim, o Termo de Referência deverá fornecer requisitos mínimos sobre os produtos geoespaciais, como escala, formato do arquivo, além dos sistemas de coordenadas geográficas e Datum, compatíveis com outros produtos já constantes na base de dados do Estado do Rio Grande do Sul.

- **Quanto aos boletins diários**

Acredita-se não ser necessário a emissão de um boletim diário para períodos de normalidade, sendo sugerido um boletim semanal e a emissão de boletins diários em caso de iminência de ocorrência de um evento de inundação, enxurrada e movimentos de massa. Já em caso de ocorrência de evento extremo de precipitação, a emissão do alerta deve ser a cada 12 horas para regiões de baixa declividade da linha d'água e a cada 2 horas para regiões de média e alta declividade da linha d'água.

- **Quanto ao módulo de aquisição e visualização de dados em mapa**

Recomenda-se indicar no Termo de Referência que a plataforma deve considerar design de fácil acesso e intuitiva, uma vez que usuários de diferentes áreas profissionais devem acessar o módulo. Sobre esse ponto, recomenda-se elucidar no Termo de Referência quem serão os usuários desse sistema.

- **Quanto ao modo de visualização de manchas de inundação**

Sugere-se a inclusão da visualização de camadas de inundações e cicatrizes de movimentos de massa históricos, devidamente referenciadas. É importante que o modo permita o recorte ao usuário por bacia hidrográfica e seleção de visualização de municípios de interesse. Recomenda-se inserir estas informações no Termo de Referência.

- **Quanto ao módulo de visualização de previsões**

Sugere-se incluir no 1º parágrafo desta sessão a propagação de vazões, ficando o texto da seguinte forma,

> *Sugestão de alteração da redação: "Disponibilização de ferramentas para visualização e acompanhamento de previsões hidrológicas oriundas dos modelos de previsão hidrológica, hidrodinâmica e propagação de vazões."*

No 2º segundo parágrafo desta sessão sugere-se a inclusão de níveis, ficando o texto

Sugestão de alteração da redação "...com acesso aos resultados via tabelas e gráficos (hidrogramas, pluviogramas e cotagramas)."

Sugere-se, também, a inclusão de visualização das manchas de inundação oriundas da modelagem por *ensemble*, mostrando a extensão da inundação para as vazões resultados do modelo de previsão hidrológica para todos os percentis que serão citados no Termo de Referência.

Por fim, sugere-se a inclusão de análise e visualização de um módulo educacional, que responde a previsões de nível para diferentes precipitações e condições de saturação dos solos por bacia hidrográfica e município, para ser utilizado em sala de aula, cursos, simulados, propiciando de forma efetiva uma cultura de prevenção de riscos de desastres.

- **Quanto ao módulo de notificações**

Sugere-se que o módulo possa permitir notificações pela localização do usuário, sendo necessário também explicitar isso no texto.

- **Quanto à equipe técnica operacional**

Identificou-se uma lacuna importante no que se refere aos profissionais que farão parte da equipe técnica. Considerando a necessidade de se ter um acompanhamento dos parâmetros meteorológicos na modelagem, a equipe deveria considerar pelo menos 1 profissional da área de meteorologia no quadro que comporá a equipe técnica operacional.

Também se sugere a inclusão de profissional da geologia para atuar nas análises de movimentos de massa e comunicação, facilitando a emissão de boletins de alerta e projetos de cultura de prevenção. Entretanto, salienta-se que os resumos técnicos enviados não fazem menção a contratações para uma rede de monitoramento de parâmetros geotécnicos que possam ser utilizados para subsidiar possíveis alertas de movimentos de massa. Inclusive, o Estado deveria ter um planejamento em relação a parte geológica, visto que, conforme preconizado na Lei Federal 12.608/2012, é dever da esfera estadual prover monitoramento também das ameaças dessa natureza.

Por fim, recomenda-se reorganizar o texto da equipe técnica, iniciando pela descrição do perfil dos profissionais e depois do coordenador. Acredita-se que deixar o texto da forma como está deixa margem para confusão no entendimento. Inclusive, não fica claro se o coordenador pode ser um dos profissionais citados.

- **Quanto ao cronograma de execução do projeto**

Sugere-se que no 1º parágrafo o texto seja adequado para "*(...) 60 (sessenta) meses – prorrogáveis (...)*".

Com relação a lista de municípios, sugere-se a inclusão dos municípios de Estrela e Colinas.

Por fim, sugere-se esclarecer as normas para colocação da plataforma em website e acesso em smartphones.

- **Quanto às informações específicas relacionadas à área de tecnologia**

Em relação ao texto contido na página 41, parágrafo 1º:

> *"Para esta atividade deverão ser pesquisadas e interpretadas todas as informações disponíveis, entre elas a rede de monitoramento do Estado Rio Grande do Sul, os Planos de Bacia, o Atlas de Desastres, o Atlas de Vulnerabilidade de Eventos Hidrológicos elaborado pela ANA, além de informações da Secretaria de Meio Ambiente e Infraestrutura, Sala de Situação, Defesa Civil do Estado, bem como regionais e municipais de Defesa Civil."*

Sugere-se que seja especificado em maior nível de detalhe como se dará o acesso aos dados que são de posse do Estado, tendo em vista que a atividade prevê que a empresa contratada necessita acesso a estes dados. Além disto, deve ser detalhado o tipo de processamento e armazenamento que a empresa contratada poderá realizar sobre estes dados, além daqueles intrínsecos a atividade a ser executada. É importante lembrar que o acesso a um conjunto de dados tão amplo como o descrito neste parágrafo ("...todas as informações disponíveis...") é bastante preocupante, pois poderá dar margem a usos e a

interpretações equivocadas. Na questão da interpretação dos dados, o resumo técnico deixa em aberto a forma como isto poderá ser realizado, portanto sendo possível imaginar que uma parte poderá ser realizada através de modelos de aprendizagem de máquina. Neste sentido, o Termo de Referência deveria considerar a questão da transferência tecnológica do modelo de aprendizado que venha a ser utilizado, pois ele deve constar como propriedade do Estado e não da empresa, assim como quaisquer outros modelos que a empresa venha a utilizar. Caso contrário, o Estado corre o risco de ficar atrelado a empresa contratada por um longo período, pois um eventual encerramento do contrato poderá afetar a continuidade do serviço, mesmo que este seja prestado por uma nova empresa.

Por fim, uma solução potencial para preservar a privacidade dos dados, evitando que estes sejam transferidos para a empresa contratada e para evitar um potencial uso equivocado dos dados, é utilizar o conceito de *compute-to-data*. Neste conceito, os algoritmos são enviados pelos terceiros interessados e executados, após aprovação, por aquele que tem a posse sobre os dados, não sem antes verificar a natureza do algoritmo para evitar eventuais acessos indevidos.

Compute-to-data permite o acesso aos dados ao mesmo tempo que preserva a privacidade porque os dados ficam com o dono dos dados. No entanto, também permite que terceiros executem trabalhos de computação específicos para obter resultados, como aplicação de modelos matemáticos ou construção de modelos de *IA* (Inteligência Artificial). Após a execução, o terceiro interessado recebe o resultado da computação. O uso do conceito compute-to-data representa uma mudança significativa na relação entre detentores de dados e aqueles que desejam utilizar esses dados. *Compute-to-data* permite que o detentor dos dados tenha controle sobre eles; mantém a privacidade dos dados, uma vez que os dados não saem dos seus domínios; permite estar de acordo com as leis de proteção de dados; e permite que os algoritmos que serão executados possam ser auditados.

Em relação a especificação contida na página 42, parágrafo 1º:

> *"Relacionar dados sobre estes tipos de eventos disponíveis no Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD) nos últimos 10 (dez) anos, conforme disponibilidade, com informações dos registros da Defesa Civil do Estado e das Coordenadorias Municipais."*

Este parágrafo reforça ainda mais a necessidade de o Estado ter uma plataforma de interoperabilidade de dados, conforme explanado nos comentários gerais feitos no parecer. Além disso, pelos motivos explanados anteriormente, a utilização do conceito *compute-to-date* também surge como necessidade importante.

Em relação ao serviço de Modelagem Hidrológico e Hidrodinâmica constante na página 46:

Fica subentendido que haverá um modelo computacional que se utilizará de dados históricos. Julga-se importante definir como será realizado o acesso a estes dados, conforme já explanado anteriormente.

Em relação ao módulo de Aquisição e Visualização de dados no Mapa:

Considera-se importante que seja prevista no Termo de Referência a transferência tecnológica desta plataforma para o domínio do Estado, evitando que um eventual encerramento do contrato de prestação de serviços interrompa o funcionamento da plataforma. Ainda, é importante definir onde esta plataforma estará hospedada, se nos servidores da empresa contratada, nos servidores de uma terceira empresa provedora de serviço de infraestrutura de nuvem ou se na infraestrutura do Estado. Por se tratar de dados sensíveis de posse do Estado, julga-se ser essencial que a plataforma fique hospedada na infraestrutura do Estado, evitando potenciais vazamentos de dados, uso indevido dos dados para fins outros do que aqueles contratados e evitando interrupções no fornecimento do serviço caso ocorra interrupção do contrato de serviços.

Por fim, a definição deste serviço prevê que os dados adquiridos deverão ser armazenados em banco de dados da contratada de forma organizada, que facilite a consulta quando necessário. Entende-se que o banco de dados não deve ficar sob a guarda da contratada, mas sim do Estado, pelos motivos já apresentados anteriormente. Julga-se ser temerário deixar dados do Estado sob a guarda de terceiros, mesmo com a possibilidade de consulta. O que acontece em caso de o contrato de serviço não ser renovado ou ser interrompido? A modelagem do banco de dados deve ser realizada em parceria com o Estado que deverá hospedar este banco, assim como a definição das *APIs* de acesso aos dados (tipo, formato, tecnologia). Cada vez mais cresce a importância da definição de uma arquitetura de software para a implementação de uma plataforma de interoperabilidade de dados, evitando que o Estado caia na armadilha de silos digitais.

Em relação aos Modos de Visualização de Mancha de Inundação e Módulo de Visualização de Previsões:

As ferramentas de visualização deverão ser de posse tecnológica do Estado, pelos motivos já apresentados anteriormente. Em relação à questão de permitir o download em formato editável, entendo que o Termo de Referência deveria especificar um ou dois formatos que o Estado tenha interesse, por exemplo *CSV*, *JSON* ou outros. Deixar em aberto o formato poderá ocasionar resultados não esperados

4.2.3 Considerações sobre a tática do Estado para as contratações relativas ao monitoramento, previsão e alerta.

Ao ouvir os especialistas sobre os resumos técnicos das contratações relativas às previsões hidrológicas e redes automáticas de resposta rápida para *nowcasting*, percebeu-se uma consonância de opiniões no que se refere à preocupação quanto a tática que o Estado está propondo para organizar seu sistema de monitoramento, previsão e alerta. Após a leitura dos resumos executivos, fica perceptível que falta uma estratégia de Estado para prover um sistema de monitoramento, previsão e alerta que tenha robustez e

continuidade, e que possa se caracterizar como uma política pública que se sustente e efetivamente possa colaborar na construção de resiliência.

A contratação de uma empresa privada para ser responsável por operar e manter uma rede de estações por um período de 5 anos traz à tona alguns questionamentos importantes, tais como: O que acontecerá com as estações instaladas ao final do período do contrato? Serão doadas ao Estado ou o programa será encerrado? Haverá nova licitação e todo o trabalho será perdido?

Um outro ponto importante, e já mencionado anteriormente no item que abordou as questões tecnológicas, é a questão da propriedade dos dados obtidos ao longo do período do contrato. Caso o Estado queira manter a tática de contratação de uma empresa para assumir a responsabilidade de coletar e gerir esses dados, será necessário pensar diversas adequações aos termos de referência para criar condições que protejam o Estado de operações futuras e a perda do histórico dos dados necessários para estudos e prognósticos.

Por fim, o Estado do Rio Grande do Sul possui uma expertise já consolidada de órgãos federais e estaduais que atuam na operação de estações de superfície. O grupo de especialistas acredita que o caminho mais adequado para o Estado seria assumir a responsabilidade da criação e operação de um sistema estadual integrado para monitoramento, previsão e alerta. Essa ideia vai ao encontro da proposta do Centro Integrado de Gestão de Riscos e Desastres da Defesa Civil, inserido nos Projetos Estruturantes do Plano Rio Grande, que seria composto por equipes multidisciplinares, habilitadas e capacitadas em diferentes áreas da gestão de riscos de desastres. Uma equipe adequada de meteorologistas, hidrólogos, geólogos, entre outros, poderia assumir a responsabilidade do monitoramento meteorológico, hidrológico e geológico, de acordo com os deveres atribuídos ao Estado pela Lei Federal 12.608 de 10 de abril de 2012. Ao assumir essa responsabilidade, o Estado passa a ter autonomia sobre as informações que darão base para a prevenção, mitigação e resposta aos desastres, construindo uma política pública que seja perene.