

EDITAL FUNDAG 009/2022

A FUNDAG torna público que esta aberta chamada para atendimento ao empreendimento abaixo descrito, que determina a aquisição de sensores de vazão, e disponibilização de serviços técnicos.

Os interessados em participar do edital acima indicado, devem apresentar proposta por escrito para diretoria.presidencia@fundag.br, cintia.hagui@fundag.br e mario.campelo@fundag.br até o dia 30 de setembro de 2022, às 12 horas.

Empreendimento: MONITORAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS NO CBH-RB COM MEDIÇÃO ACUSTICA DE VAZÃO.

FONTE DE RECURSOS-FEHIDRO - CONTRATO 292/2021 – CBH - RB

Detalhes técnicos do empreendimento: Vários indicadores têm sido utilizados para quantificar, padronizar e comparar a seca em base temporal e regional; entre eles o mais conhecido é o Índice de Severidade de Seca de Palmer (PDSI) (BRUNINI et al., 2002). PALMER (1965) define seca como o intervalo de tempo, geralmente da ordem de meses ou até anos, durante o qual o abastecimento hídrico de uma região cai consideravelmente em relação ao "climatologicamente" esperado ou apropriado. Outro índice atualmente utilizado é o Índice Padronizado de Precipitação ("Standardized Precipitation Index",SPI), que foi desenvolvido por MACKEE et al., (1993 e 1995) e é a única ferramenta conhecida capaz de quantificar e monitorar a seca em diferentes escalas de tempo. Para MACKEE et al., (1993) tais escalas ao serem relacionadas ao déficit de precipitação pluvial, tornam-se extremamente importantes caracterizando os diferentes tipos de seca. Segundo GUTTMAN (1998) o SPI, ao ser comparado ao PDSI, representa melhor os possíveis períodos de déficit ou excesso de precipitação. Autores como, MACKEE et al (1993; 1995), GUTTMAN (1998;1999), HAYES et al (1999) e KEYANTASH e DRACUP (2004) observaram que o SPI é uma ferramenta que vai otimizar o "tempo de identificação" de condições emergentes de uma seca, devendo por esse fato substituir naturalmente o PDSI como ferramenta de monitoramento. BRUNINI et al., (2002) afirmam que os enormes prejuízos sofridos pela agricultura paulista, nos anos de 1963 e 1964, foram causados por uma seca extrema ocorrida nesse Estado. Esses autores afirmam ainda, que apesar do seu grande desenvolvimento tecnológico atual, a agricultura paulista é frequentemente castigada por adversidades climáticas, sendo a seca de efeito mais duradouro e maior intensidade. Portanto, a constante avaliação e aprimoramento de índices como o de Palmer e o SPI às condições climáticas do Estado de São Paulo, torna-se etapa

fundamental para à gestão de recursos hídricos. Nesse aspecto, é interessante ressaltar que embora o SPI tenha sido originalmente desenvolvido considerando-se apenas dados de precipitação pluvial, seu algoritmo de cálculo pode ser adaptado à outras variáveis de interesse agrometeorológico, tais como parâmetros do balanço hídrico de THORNTHWAITE e MATHER (1955), e de interesses hidrológicos tais como dados de vazão. Quando adaptado à essa última variável o SPI é usualmente denominado de Índice Padronizado de Vazão ou, em inglês *Standardized Streamflow Index (SSI)*. Muito embora a importância dos recursos hídricos seja indiscutível tanto para geração de energia quanto para a segurança alimentar, o uso do SSI em sistemas de monitoramento de seca do Estado de São Paulo e do Brasil é ainda incipiente. Dessa forma, esforços que visem adaptar o SSI para a hidrologia do Estado de São Paulo torna-se extremamente relevantes. Tendo em vista todos esses fatos, o uso de ferramentas avaliadas nas condições climáticas do Estado de São Paulo, que auxiliem no monitoramento e no combate à seca, torna-se extremamente importante. Portanto, é necessário avaliar e adaptar o Índice de Severidade de Seca de Palmer e o Índice Padronizado de Precipitação às condições climáticas do Estado de São Paulo, relacionando os resultados a parâmetros do balanço hídrico de THORNTHWAITE e MATHER (1955) como o excedente (Exd), a deficiência (Def) hídrica, a razão entre a evapotranspiração real (ETR) e a evapotranspiração potencial (ETP) e a própria precipitação pluvial. Este projeto ora apresentado ao CBH-RB, então, visa desenvolver mais estudos e pesquisas para aperfeiçoamento dos índices de seca acima citados às condições do CBH-RB e Estado de São Paulo. Esse aperfeiçoamento terá como foco principal a aplicação do SSI em vazões, enquanto, por um lado, o índice foi desenvolvido inicialmente para pluviometria como indicador de secas agrícolas, sua análise utilizando dados fluviométricos, de vazões de rios, é similar em termos conceituais e algo que ainda não foi avaliado adequadamente. Propõe-se, portanto, pesquisar a adequabilidade dele para aplicação em vazões, dado que o DAEE tem diversas séries fluviométricas que podem ser utilizadas para esse fim, auxiliando o CBH TJ e, ao final, o PERH, no acompanhamento da diminuição de vazões ao longo do tempo (cuja causa primordial é a diminuição das precipitações). Com o desenvolvimento desses indicadores, planeja-se inseri-los nos sites do DAEE, IAC e FUNDAG de disponibilização de informações hidrológicas à sociedade e aos CBH's. No presente empreendimento será utilizado sensor sônico de media de vazão e verificar as flutuações de vazão em período de 12 meses

Abaixo a lista de serviços e material necessário

SERVIÇOS SOLICITADOS E EQUIPAMENTOS	DURAÇÃO / E OU QUANTIDADE
MEDIDOR ACUSTICO DE VAZÃO E MULTIMETRO	2 equipamentos- VERBA
SERVIÇOS	12 MESES - VERBA
TREINAMENTO	1 VERBA
AFERIÇÃO DE REDE	10 MESES - VERBA
MODENS	10- VERBA
DESPESAS AFANDEGÁRIAS	1- VERBA

TERMO DE REFERÊNCIA

O presente Termo de Referência visa à aquisição de medidor portátil de condutividade elétrica com display e cabo de 30 metros inclusos. Esse equipamento será utilizado na determinação de vazões de corpos d'água pelo método da diluição (método químico), no qual será utilizado como traçador um sal, cuja propriedade medida será a condutividade elétrica (ou condutância específica).

A seguir, são apresentadas as especificações técnicas desse medidor, as quais foram elaboradas com base nas experiências do DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica e da CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo na utilização da metodologia supracitada para medição de vazão.

Todos os equipamentos, partes e peças ofertados deverão apresentar plena compatibilidade entre, devendo ser de um mesmo fabricante. Além disso, o equipamento não poderá exigir para seu pleno funcionamento a aquisição de peças e/ou softwares adicionais por parte do DAEE.

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Medidor portátil de condutividade elétrica e temperatura com display e cabo de 30 metros inclusos, com as seguintes características:

1. Sensor de condutividade elétrica e temperatura:

- Sensor digital com reconhecimento automático pelo display;
- Controle de qualidade durante a calibração com base na estabilidade das medidas;
- Capacidade de armazenamento das informações da última calibração no próprio sensor;
- Célula de condutividade de 4 ou mais eletrodos;
- Compensação automática de temperatura para toda a faixa de medição (0 a 50°C ou maior);
- Determinação de condutância específica (condutividade elétrica a 25°C);
- Intervalo de leitura menor ou igual a 1 segundo;
- Dimensões: comprimento máximo: 20 cm; diâmetro máximo: 5 cm;
- Peso máximo: 200 g;
- Profundidade mínima exigida para a medição: 5 cm ou menor;
- Grau de proteção: IP68;
- Temperatura de operação: 0 a 50°C ou maior;
- Vida útil estimada do sensor maior ou igual a 1 ano.

1.1. Medição de condutividade elétrica (e condutância específica):

- Unidades de medida: milisiemens/cm (mS/cm) e microsiemens/cm (uS/cm);
- Faixa de medição: 0 a 200 mS/cm ou maior;
- Resolução de acordo com a faixa de medição: de 0 a 0,500 mS/cm: 0,001 mS/cm ou maior; de 0,501 a 50,00 mS/cm: 0,01 mS/cm ou maior; de 50,01 a 200 mS/cm: 0,1 mS/cm ou maior;
- Precisão mínima para toda a faixa de medição: +/- 1% da leitura ou 0,001 mS/cm (o que for maior).

1.2. Medição de temperatura:

- Unidade de medida: graus Celsius (°C);
- Faixa de medição: 0 a 50°C ou maior;
- Resolução: 0,1°C ou maior para toda a faixa de medição;
- Precisão: +/- 0,2°C ou mais preciso para toda a faixa de medição.

2. Display:

- Para visualização e armazenamento dos dados e calibração do sensor;
- Display gráfico de LCD com retro iluminação;
- Intervalo mínimo de gravação de dados menor ou igual a 1 segundo;
- Capacidade mínima de armazenamento do display: 90.000 medidas e 300 registros de calibração;
- Alimentação através de bateria recarregável;
- Autonomia mínima de 25 horas para a bateria;
- Dimensões: altura máxima: 30 cm; largura máxima: 10 cm; profundidade máxima: 10 cm;
- Peso máximo com bateria: 1 kg;
- Grau de proteção: IP67;
- Cabo USB para carregamento da bateria do display e conexão a um computador incluso;
- Software para transferência e visualização de dados em computador incluso;
- Menu e funcionalidades no idioma português;
- Temperatura de operação: 0 a 50°C;
- Temperatura de armazenamento: 0 a 45°C;
- Garantia mínima de 2 anos para o display.

3. Cabo de 30 metros:

- Para conexão do sensor de profundidade ao display;
- Comprimento: 30 metros;
- Resistente à tração;
- Conexões à prova d'água;
- Grade de proteção para o sensor de condutividade e temperatura inclusa;
- Cilindro graduado para calibração, transporte e armazenamento do sensor incluso;
- Garantia de 2 anos.

CONSIDERAÇÕES SOBRE AS ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Com objetivo de fundamentar tecnicamente a aquisição de um medidor de condutividade conforme especificado neste Termo de Referência, serão abordados alguns aspectos relevantes para o sucesso de medições de vazão em corpos d'água pelo método da diluição (método químico) utilizando sal como traçador e a condutividade elétrica como propriedade medida. Cabe salientar que há duas metodologias principais: injeção instantânea, na qual uma massa conhecida o traçador é injetada de uma vez no corpo hídrico e mede-se a condutividade a fim de se determinar a vazão pela variação da concentração do soluto ao longo do tempo; e injeção contínua, na qual uma solução concentrada do traçador é injetada a uma vazão constante e mede-se a condutividade a fim de se determinar vazão pela diluição.

1. Sensor digital de condutividade elétrica: sensores digitais representam o estado da arte no que diz respeito à medição de parâmetros de qualidade das águas. Esses sensores possuem memória, o que os torna capazes de registrar informações referentes à configuração, controle de qualidade e os dados da última calibração. Dessa forma, além de serem automaticamente reconhecíveis pelos equipamentos aos quais são conectados (displays), o que elimina a necessidade de configuração por parte do usuário (assim como possíveis erros relacionados a esse processo), também dispensam a necessidade de calibração por simples troca de display. Além disso, a precisão das medidas de um sensor digital não é dependente do comprimento do cabo de conexão entre o sensor e o display. Isso os torna vantajosos frente aos sensores analógicos, especialmente considerando medições nas quais serão utilizados cabos de 30 metros, como está previsto neste Termo de Referência.

2. Faixa de medição (0 a 200 mS/cm) do sensor de condutividade elétrica: O principal traçador a ser utilizado nessas medições será o sal de cozinha, cujo principal componente é o cloreto de sódio (NaCl). Trata-se de material de baixo custo, fácil acesso e cujos resultados obtidos foram bastante satisfatórios. A metodologia que envolve injeção instantânea normalmente apresenta elevações na condutividade elétrica da água até 5 mS/cm. No entanto, a metodologia da injeção contínua requer uma solução de NaCl com condutividade consideravelmente mais alta, de modo a tornar mensurável a diferença entre a vazão de injeção do traçador e vazão do corpo d'água. Uma solução aquosa de NaCl próxima da saturação (20% em massa) apresenta condutividade de 226 mS/cm. A utilização de soluções salinas saturadas ou supersaturadas, devido à sua não homogeneidade, é inviável para a metodologia de injeção contínua. Dessa forma, o valor máximo especificado para a faixa de medição (200 mS/cm) permitirá a utilização de uma solução bastante concentrada de NaCl (sem exceder a saturação), o que tornará o método de injeção contínua viável para corpos d'água com vazões maiores.

3. Profundidade mínima exigida para a medição (5 cm ou menor) e dimensões do sensor: As medições por método de diluição são recomendadas para corpos hídricos de baixas vazões, cujas dimensões e elementos presentes nas calhas não permitem ser medidos por outros métodos. Nesse contexto, a escolha de um ponto representativo para a

medição a condutividade deve considerar alguns fatores críticos: distância mínima adequada para a mistura do traçador, homogeneidade do fluxo ao longo da seção, profundidade do canal e estrutura para instalação do equipamento medidor. No sentido de reduzir as limitações referentes principalmente aos dois últimos fatores apresentados, um sensor que não exija uma profundidade de medição maior do que 5 cm e cujas dimensões estejam de acordo com as especificadas neste Termo de Referência aumenta consideravelmente as possibilidades de pontos representativos para a medição.

4. Intervalo mínimo de gravação de dados menor ou igual a 1 segundo: A análise dos resultados obtidos pelo DAEE e pela CETESB mostrou que, além da resolução e da precisão dos valores de condutividade elétrica medidos, também é de grande importância a resolução temporal. Isso foi verificado principalmente para as medições feitas pela metodologia da injeção instantânea, pois as variações de condutividade elétrica em corpos hídricos de baixa vazão ocorrem em intervalos de tempo muito curtos. Dessa forma, quanto menor o intervalo de tempo de medição da condutividade elétrica, mais representativa é a curva obtida para representar sua variação.

5. Capacidade mínima de armazenamento do display (90.000 medidas e 300 registros de calibração): As medições de vazão normalmente são realizadas em locais de difícil acesso e envolvem campanhas com viagens nas quais são realizadas medições em vários pontos. Dessa forma, o transporte de equipamentos como notebooks não é favorável à dinâmica operacional no campo. Considerando a frequência de gravação de 1 medição por segundo, uma memória com capacidade para 90.000 promoveria 25 horas de medições sem a necessidade de transferência de dados para um computador, dado que a autonomia da bateria do display conforme especificada (mínima de 25 horas) não será um fator limitante. Além disso, o armazenamento de registros de calibração é de grande importância para o monitoramento da qualidade do equipamento, assim como para a garantia da rastreabilidade das medidas.

6. Cabo de 30 metros: Para as campanhas de medição de vazão por método de diluição, foi considerada a possibilidade de haver corpos hídricos cujos trechos ideais para medição sejam de difícil acesso, nos quais o operador tenha que posicionar o sensor a partir de um ponto mais alto ou distante (como, por exemplo, sobre uma ponte). Nesse caso, um cabo de 30 metros torna viável a medição nesses locais, e considerando a utilização de um sensor digital, sem prejuízo para a precisão das medidas de condutividade.

Diante do exposto, é possível afirmar que um medidor de condutividade elétrica de acordo com as especificações contidas neste Termo de Referência atende plenamente aos requisitos para o sucesso das medições de pelo método da diluição.

ESPECIFICAÇÃO DO MEDIDOR ACÚSTICO DE VAZÃO PELO EFEITO DOPPLER

1. ESCOPO

Esta especificação tem objetivo de definir os requisitos para fornecimento de equipamento de medição de descarga líquida pelo método de barco móvel por efeito doppler para uso em córregos, riachos e rios, bem como do software, acessórios, documentação, testes em campo e treinamento.

2. DESCRIÇÃO DO EQUIPAMENTO.

MEDIDOR ACÚSTICO DE VAZÃO PELO EFEITO DOPPLER capaz de obter perfis de velocidades em toda a seção transversal. O equipamento permite medir vazão com maior segurança nos rios em situações de enchentes já que não necessita estar com o barco ancorado. Além disso, deve apresentar os resultados das medições de descarga líquida em arquivos digitais de forma clara, discretizada e com controle de data, hora e local da medição.

3. CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO

- Locais: Rios, córregos e riachos.
- Profundidade: entre de 0,1 e 7 m
- Velocidade da água: entre ± 5 m/s
- Resolução: 1 mm/s
- Temperatura da Água: entre 5° C e 45° C.
- Presença de Sedimentos: Significativa.
- Tipos de Leito: Rochoso, Argiloso, Arenoso e Lodoso.
- Vazões: entre 0,1 m³/s e 100.000 m³/s;

4. REQUISITOS FUNCIONAIS

- a) Deve ter, no mínimo, uma frequência definida no intervalo de 2MHz a 1MHz compatível com a profundidade de trabalho especificada.
- b) Deve admitir alimentação externa, processamento e visualização externos, através de microcomputador e/ou tablet.
- c) A comunicação entre o MEDIDOR ACÚSTICO DE VAZÃO e o equipamento de processamento externo deve dar-se, preferencialmente, segundo padrão bluetooth.
- d) O equipamento deve dispor Bottom Tracking (independente de GPS).
- e) Deve possuir bússola interna, bem como sensor de temperatura e sensor de profundidade do sistema.
- f) Novas versões dos softwares dos sistemas, devem ser fornecidas, sem ônus adicionais, assim que disponíveis.

5. ACESSÓRIOS

5.1 ALIMENTAÇÃO:

- a) Baterias recarregáveis, alcalinas de 10.5 a 18 VDC, com autonomia de 7.5 h de trabalho contínuo com baterias alcalinas 8 AA.;
- b) Potência compatível com a operação do sistema completo, inclusive com o equipamento de processamento e visualização;
- c) Possibilidade de ligar, desligar e reinicializar o MEDIDOR ACÚSTICO DE VAZÃO.
- d) Proteção dos equipamentos a ele ligados contra surtos.

5.2 CABOS

- a) Todos os cabos fornecidos devem ser os mais adequados às funções a que se destinam.
- b) A proteção dos cabos deve ser compatível com o meio ambiente agressivos em que vão ser utilizados.
- c) Todos os cabos devem ter comprimento adequado ao bom desempenho do equipamento e flexibilidade de instalação e operação.

5.3 CONECTORES

- a) Os conectores devem permitir a rápida e segura interligação entre os equipamentos e acessórios.
- b) Os conectores devem ter durabilidade mínima de dois anos de operação, em quaisquer condições.
- c) Todos os conectores devem permitir a rápida e segura substituição.

5.4 ACONDICIONAMENTO

- a) Todos os equipamentos devem dispor de embalagens especiais para o seu perfeito acondicionamento e transporte, garantindo proteção adequada contra vibrações, solavancos e pequenos choques.

5.6 SUPORTE PARA MONTAGEM

- a) Deve vir acompanhado de plataforma flutuante trimarã ou prancha para realização das medições de vazão em pontes, sem necessidade de embarcação tripulada.

5.7 GPS

- b) Incluso GPS diferencial DGPS

6. REQUISITOS DE SUPORTE

6.1 EQUIPAMENTOS DE TESTE E FERRAMENTAS ESPECIAS

- a) Deverão ser incluídos no fornecimento os instrumentos, ferramentas e softwares especiais necessários para instalação, ajustes, testes e manutenção preventiva e corretiva de todos os elementos do sistema.
- b) A proposta do conjunto de instrumentos e ferramentas especiais deve ser detalhada em nível de instrumentos e ferramentas, inclusive especificando os principais acessórios dos mesmos.

7. DOCUMENTAÇÃO

7.1 MANUAIS DE INSTALAÇÃO E OPERAÇÃO

Estes manuais de operação deverão conter descrições e instruções pormenorizadas que definam perfeitamente todas as fases de instalação e operação do MEDIDOR ACÚSTICO DE VAZÃO, acessórios e programas, compreendendo os princípios gerais e as características especiais e particulares de cada elemento.

7.2 MANUAIS DE MANUTENÇÃO

Os manuais de manutenção deverão descrever detalhadamente cada um dos equipamentos e programas e conter instruções precisas para manutenção preventiva, diagnóstico, localização e reparo de defeitos e ampliações do sistema.