

Plataformas de coleta de dados para monitoramento ambiental de pisciculturas em tanques-rede



OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Meio Ambiente
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

DOCUMENTOS 131

Plataformas de coleta de dados para monitoramento ambiental de pisciculturas em tanques-rede

*Marcus Vinícius Fier Giroto
Consuelo Marques da Silva
Fernanda Garcia Sampaio
José Luiz Stech
Geraldo Orlando Mendes
Rafaela Feller Dalsasso
André Gerdulo Bodelão
Flávia Tavares de Matos
Jonadab Andrade de Messias*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Meio Ambiente

Rodovia SP-340, Km 127,5, Tanquinho Velho
CEP: 13918-110, Jaguariúna, SP
Fone: +55 (19) 3311-2700
Fax: +55 (19) 3311-2640
<https://www.embrapa.br/meio-ambiente/>
SAC: <https://www.embrapa.br/fale-conosco/sac/>

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente
Ana Paula Contador Packer

Secretária-Executiva
Cristina Tiemi Shoyama

Membros
*Rodrigo Mendes, Ricardo A. A. Pazianotto, Maria
Cristina Tordin, Daniel Terao, Victor Paulo Marques
Simão, Geraldo Stachetti Rodrigues, Vera Lucia
Ferracini, Marco Antonio Gomes*

Revisão de texto
Eliana de Souza Lima

Normalização bibliográfica
Victor Paulo Marques Simão, (CRB-8/51399)

Editoração eletrônica
Silvana Cristina Teixeira

Foto da Capa
Marcus Vinícius Fier Giroto

1ª edição
2021

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Meio Ambiente

Plataformas de coleta de dados para monitoramento ambiental de pisciculturas
em tanques-rede / Marcus Vinícius Fier Giroto... [et al.]. – Jaguariúna: Embrapa
Meio Ambiente, 2021.

PDF (40 p.) : il. color.– (Documentos / Embrapa Meio Ambiente, 1516-4691; 131).

1. Qualidade da água. 2. Monitoramento ambiental. 3. Equipamentos. 4. Coleta
de dados. 5. Piscicultura. I. Giroto, Marcus Vinícius Fier. II. Silva, Consuelo
Marques da. III. Sampaio, Fernanda Garcia. IV. Stech, José Luiz. V. Mendes,
Geraldo Orlando. VI. Dalsasso, Rafaela Feller. VII. Bordelão, André Gerdule. VIII.
Matos, Flávia Tavares de. IX. Messias, Jonadab Andrade de. X. Série.

CDD (21. ed.) 333.91

Victor Paulo Marques Simão (CRB-8/51399)

© Embrapa, 2021

Autores

Marcus Vinícius Fier Giroto

Zootecnista, mestre em Ciências Veterinárias, sócio-diretor da Aquicultura Brasil Consultoria, Paranaguá, PR.

Consuelo Marques da Silva

Engenheira Ambiental, especialista em Políticas Ambientais e Territoriais, bolsista do CNPq na Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP.

Fernanda Garcia Sampaio

Zootecnista, doutora em Ciências Fisiológicas, pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP.

José Luiz Stech

Físico, doutor em Oceanografia Física, pesquisador aposentado do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), São José dos Campos, SP.

Geraldo Orlando Mendes

Técnico em Soldagem, técnico do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), São José dos Campos, SP.

Rafaela Feller Dalsasso

Bióloga, gerente da Piscicultura Ipaussu, Ipaussu, SP.

André Gerdulo Bodelão

Zootecnista, encarregado de produção da Piscicultura Cristalina, Fartura, SP.

Flavia Tavares

Zootecnista, doutora em Engenharia Ambiental, pesquisadora da Embrapa Pesca e Aquicultura, Palmas, TO.

Jonadab Andrade Messias

Tecnólogo em Agronegócio, bolsista no Instituto Federal do Tocantins, Palmas, TO.

Apresentação

O aumento da produção aquícola no Brasil tem levado os empreendedores a almejar que seu produto chegue ao mercado de forma mais competitiva e com menor impacto ambiental, sempre buscando uma maior sustentabilidade e melhor uso do recurso hídrico. Diante disso, o monitoramento ambiental ganha uma relevância ímpar, tornando-se instrumento de gestão dos sistemas de produção e de regularização ambiental.

Mesmo sendo uma condicionante de licenciamento ambiental, o monitoramento muitas vezes torna-se oneroso ao produtor, e seus resultados nem sempre são efetivos na identificação de problemas relacionados à qualidade da água na piscicultura. Neste sentido, a utilização de equipamentos para coleta de dados de forma autônoma tem sido empregada, o que permite um monitoramento in loco e de alta frequência, gerando subsídios para que o desenvolvimento tecnológico possa propor instrumentos para uma gestão ambiental mais adequada da aquicultura.

O desenvolvimento de métodos que permitam monitorar adequadamente as variáveis de qualidade da água na piscicultura traz segurança ao produtor e aos órgãos reguladores, seja por parte de empreendedores, bem como gestores públicos e conseqüentemente ao consumidor, que pode comprar um produto oriundo de uma produção responsável.

Assim, este documento, fruto do Projeto BRS Aqua, apresenta as principais orientações para fundeio, manutenção e operação de plataformas de monitoramento, e também cita os procedimentos de rotina de operação de sondas multiparâmetros, baseando-se em uma metodologia de fácil replicação e alta confiabilidade. O trabalho contribui para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 12 – consumo e produção sustentáveis e ODS 14 – vida na água.

Marcelo Boechat Morandi
Chefe-Geral da Embrapa Meio Ambiente

Sumário

Introdução.....	7
As plataformas.....	7
Instalação das Plataformas	9
Definição do Local de Instalação.....	9
Planejamento e Logística	14
Verificação dos Equipamentos	16
Apoitamento.....	16
Montagem e Fixação da Plataforma.....	20
Instalação da Sonda Multiparâmetros	25
Preparação dos Sensores e da Sonda.....	25
Instalação da Cadeia de Sensores de Temperatura	27
Programação dos sensores de temperatura	28
Lançamento dos sensores de temperatura	29
Manutenção da Plataforma	29
Manutenção das Sondas Multiparâmetros e Leitura dos Dados.....	32
Retirada e limpeza da sonda.....	32
Novo lançamento da sonda.....	34
Manutenção da Cadeia de Sensores Temperatura e Leitura dos Dados.....	35
Possíveis Problemas Encontrados.....	36
Problemas observados na cadeia de sensores de temperatura	37
Principais problemas da sonda	37
Considerações Finais	38
Agradecimentos.....	39
Referências	39
Anexo	40

Introdução

O crescimento do cultivo de peixes no Brasil tem feito com que os piscicultores busquem uma produção mais competitiva e sustentável. Dessa forma, o monitoramento ambiental é uma das principais estratégias para melhorar a gestão dos sistemas produtivos e permitir ganhos de produtividade, além de apoiar na regularização ambiental, diminuindo possíveis impactos negativos sobre o meio ambiente e mantendo a área de cultivo com bons índices de produtividade.

O monitoramento ambiental ainda é, em muitos Estados brasileiros, condicionante ambiental exigida no processo de licenciamento dos parques e áreas aquícolas, que levam em consideração os parâmetros estabelecidos pela Resolução Conama N° 413/2009 (Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2009), de acordo com os limites propostos pela Resolução Conama N° 357/2005 (Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2005). A versão atual da Resolução Conama N° 413/2009 não define a frequência das coletas de água, mas os órgãos responsáveis pela concessão e renovação das licenças ambientais da aquicultura exigem, principalmente, um relatório anual contendo pelo menos duas análises de qualidade da água por ano. Assim sendo, o cumprimento do monitoramento torna-se a principal base de verificação da conformidade ambiental do empreendimento, seja em caráter de fiscalização ou na revisão das licenças ambientais.

Entretanto, muitos dos programas de monitoramento ambiental são focados na obtenção de dados isolados, e com baixa frequência, o que tem se mostrado insuficiente para detectar todas as variações na água e no tempo. Essa situação não permite um adequado entendimento das alterações, podendo levar a conclusões equivocadas a respeito do real comportamento do ambiente e tal fato induzir a manejos inadequados do cultivo. Além disso, o monitoramento pontual de variáveis em campo pode se tornar ineficiente, tanto em função da frequência necessária para que as amostras sejam realmente representativas, bem como para o número de pontos amostrais necessários para retratar a dimensão da área.

Para melhorar a cobertura da amostragem do monitoramento da qualidade da água, a coleta de dados autônoma tem sido empregada. Esta pode permitir o monitoramento in loco da água em alta frequência e a captura das variações ao longo de um período mais extenso.

Desde 2011 a Embrapa, em parceria com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), vem trabalhando no aperfeiçoamento e adaptação do Sistema Integrado de Monitoramento Ambiental (Sima) (Stech et al., 2006), para o monitoramento da qualidade da água com o objetivo de orientar os produtores a otimizarem o manejo da produção de peixes em tanques-rede.

As Plataformas

O Sistema integrado de Monitoramento Ambiental (SIMA) é composto por seis flutuadores feitos de tambores de metal, pisos, grades laterais de proteção e torre de equipamentos. O Sistema abriga uma sonda multiparâmetro de qualidade de água, uma linha de sensores de temperatura suspensa ao longo da coluna d'água e há suporte para a instalação de sensores meteorológicos ou outros sensores adicionais, criando uma relação entre as variáveis, para que se possa compreender suas interações (limnológicas e meteorológicas, por exemplo) e prever eventos. O Sima pode também transmitir os dados via satélite, rádio ou telefonia celular. Esse sistema foi modificado para realizar um monitoramento de alta frequência por meio de Plataformas de Coleta de Dados

(PCD) automáticas, que podem auxiliar em uma maior compreensão das variações limnológicas que ocorrem nos reservatórios onde estão instaladas pisciculturas, permitindo, portanto, verificar tanto as variações naturais como as influenciadas pela atividade produtiva.

As Plataformas de Coleta de Dados (PCD) são formadas por uma plataforma flutuante, composta por quatro flutuadores feitos de tambores de metal, piso e grades de proteção laterais, uma sonda multiparâmetro para monitoramento da qualidade de água e uma linha de sensores de temperatura suspensa ao longo da coluna d'água. Todos com capacidade para registrar e armazenar os dados em uma frequência pré-determinada. Os parâmetros mais comuns medidos pelas sondas instaladas nas PCD são: pH, oxigênio dissolvido (mg/L), condutividade (uS/cm), clorofila (ug/L), turbidez (NTU) e temperatura (°C). Estes registros são armazenados na memória interna dos equipamentos e posteriormente transferidos periodicamente das sondas para um computador. Como o Sima é uma estrutura maior e com mais equipamentos que a PCD, é possível obter o desenho técnico do Sistema no item Anexo.

Ressalta-se que os dois modelos são fabricados em alumínio (AL 4043 e AL 2000) e soldados no processo de soldagem TIG (Tungstênio Inerte Gás).

Ainda, é fundamental destacar que o presente documento terá como foco a PCD e o Sima, não sendo descritos os sistemas de transmissão de dados, a sonda paramétrica ou os sensores de temperatura, sendo que estes últimos são equipamentos independentes. Esclarece-se que toda vez que o texto for tratar da PCD e do Sima, será utilizada a palavra "plataformas", já quando o caso for específico, será utilizada a especificação individualizada de cada equipamento.

Abaixo os dois tipos de plataformas usadas para o monitoramento ambiental Figura 1: Plataforma de Coleta de Dados (PCD) e Figura 2: Sistema Integrado de Monitoramento Ambiental (Sima).



Figura 1. Plataforma de Coleta de Dados (PCD).



Foto: Marcus Vinicius Fier Giroto (2020).

Figura 2. Sistema Integrado de Monitoramento Ambiental (Sima).

Assim, este Documento tem como objetivo apresentar as principais orientações para fundeio, manutenção e operação das PCD e do Sima, bem como os procedimentos rotineiros das sondas e das linhas de sensores de temperatura, tendo como base uma metodologia de baixo custo, eficiente e com confiabilidade na obtenção dos dados.

Instalação das Plataformas

O processo de instalação das plataformas pode ser dividido nas seguintes etapas: definição do local de instalação, planejamento e logística, verificação dos equipamentos, apoitamento e montagem e fixação da plataforma.

Definição do Local de Instalação

A escolha do local para instalação da plataforma é a primeira etapa, pois esta definição norteará as demais decisões.

Para o monitoramento da influência da piscicultura em tanques-rede no reservatório é importante selecionar um local representativo para toda área de produção. É importante lembrar que a área deve ser de fácil acesso, permitindo a manutenção e operação dos sistemas. Outros aspectos devem ser considerados para a escolha do local, como: variação no nível e nas cotas do reservatório de acordo com os períodos de seca e chuva, profundidade, sentido e velocidade das correntes, pistas de vento; presença de ondas, incidência de *fouling* (incrustação por organismos aquáticos), tipo de manejo produtivo, tipos de equipamentos utilizados para produção, posicionamento das linhas de cultivo, dentre outros. A definição de escolha para o local é muito semelhante à escolha de um local para instalação de uma piscicultura em tanque-rede, podendo seguir como orientação as recomendações de Webber et al. (2015).

Uma ferramenta auxiliar para a definição do ponto de instalação das plataformas é o site do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), na aba de Aquicultura em Águas da União, onde há um mapa com as solicitações para áreas e parques aquícolas e a localização e identificação das áreas produtivas existentes, permitindo a visualização dos polígonos de produção (Mapa..., 2020). A Figura 3 mostra um exemplo de imagem de áreas e parques aquícolas no Reservatório de Rosana.

Com essas informações será possível conhecer em que porção do reservatório existe maior adensamento de produção, bem como onde estão localizados os cultivos e quais deles podem influenciar a qualidade da água na porção onde as Plataformas serão instaladas.



Figura 3. Exemplo de imagem com áreas e parques aquícolas no reservatório da UHE de Rosana.

Fonte: Mapa... (2020)

<https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1XimKLNbZr0r9RPYi8DqnNjuKyfoxJwjM&ll=-15.084737115627583%2C-49.2899905&z=4>

Os fatores climáticos podem influenciar diretamente na escolha do local, uma vez que regiões com muitas ondas, elevada velocidade de corrente e grande incidência de ventos apresentam riscos à integridade das plataformas, ocasionando danos aos equipamentos ou desprendimento das poitas, podendo inclusive adernar. Diante disso, a escolha de locais próximos de cultivos, em áreas mais abrigadas, em locais mais profundos e com fácil acesso são mais adequados para a instalação das plataformas.

O passo seguinte é determinar a finalidade da coleta de dados. Se a área de interesse for aquela com influência direta do cultivo, o ideal é a instalação da plataforma na porção central da piscicultura. Entretanto, se o intuito é conhecer as variações limnológicas de áreas com influência indireta, recomenda-se a instalação da plataforma o mais distante possível da área de produção, ou em uma região que receba uma menor carga de nutrientes provenientes dos tanques-rede. No caso do

monitoramento de áreas de influência indireta é importante que a plataforma fique dentro da área ou parque aquícola, uma vez que se esta for instalada fora dessas delimitações, haverá a necessidade de equipamentos auxiliares e sinalização náutica de acordo com as especificações da Marinha do Brasil, por se tratar de uma área de navegação (Brasil, 2017). A Figura 4 mostra uma plataforma instalada dentro de uma área aquícola, mas distante da área efetivamente produtiva, evidenciando que está coletando dados da área de influência indireta – percebe-se não haver presença de tanques-rede ao redor.



Foto: Marcus Vinicius Fier Giroto (2020).

Figura 4. Plataforma de Coleta de Dados instalada dentro da área aquícola, mas para coleta de dados de influência indireta do cultivo.

As plataformas para coleta de dados na área de influência direta podem ser instaladas diretamente nas linhas dos tanques-rede, ou entre elas. No primeiro caso, é fundamental analisar como o cabo de sustentação da linha está posicionado, e qual é o seu material, pois as cordas podem se romper devido ao atrito com a haste dos flutuadores das plataformas. Por outro lado, se o cabo principal for um cabo de aço, a plataforma pode ser fixada a ele, firmando-a a fim de impedir sua movimentação e o eventual rompimento do cabo (Figura 5).



Foto: Marcus Vinicius Fier Giroto (2020).

Figura 5. Corda principal de uma linha de tanques-rede desgastada devido ao atrito com a plataforma.

Para que a plataforma seja fixada entre as linhas, deve-se observar se ela não está impedindo a passagem das embarcações para a realização do manejo dos peixes ou se não há risco de choque com os tanques-rede quando as condições meteorológicas se alterarem. A Figura 6 mostra alguns exemplos de locais para a instalação das plataformas.

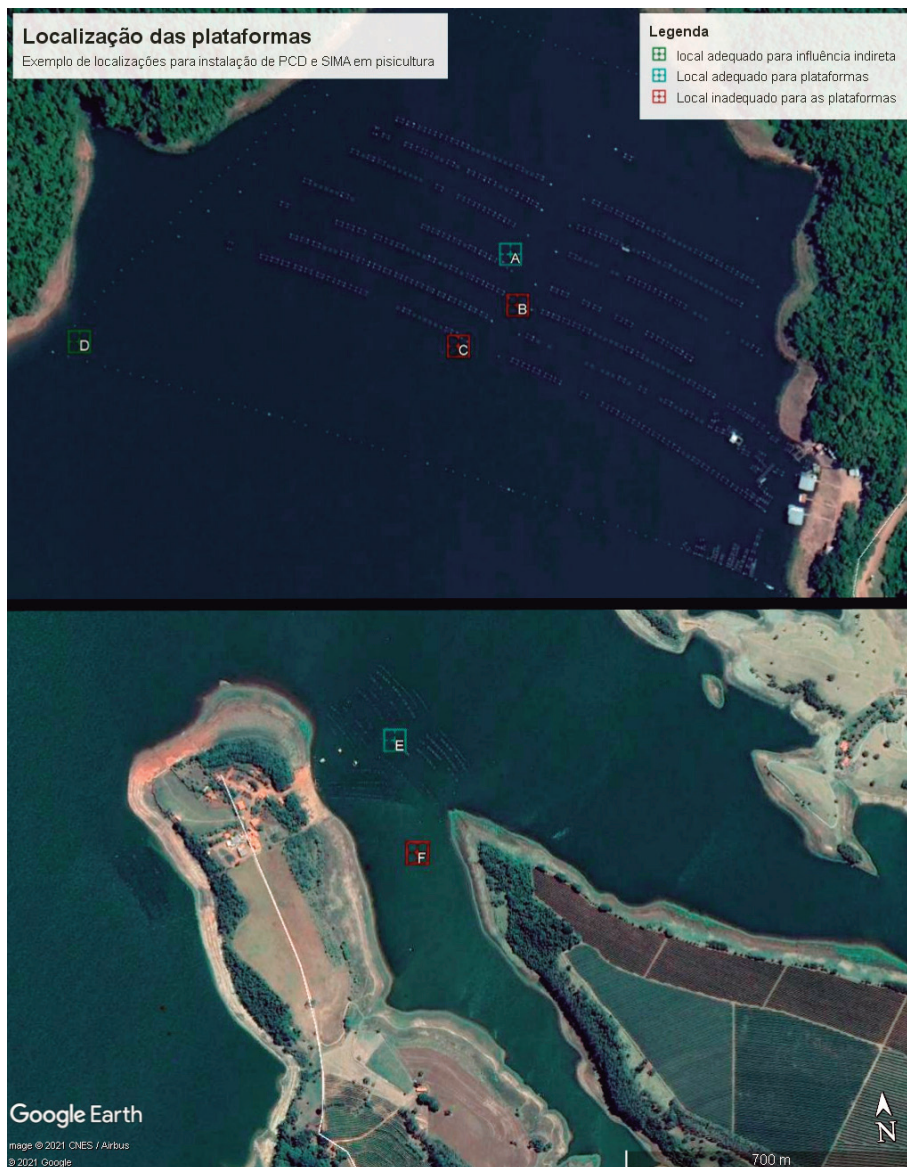


Figura 6. Exemplos de locais para instalação de PCD em cultivos. Pontos A e E: locais adequados para a instalação de PCD; Pontos B, C e F: locais inadequados para a instalação; e Ponto D: PCD sob influência indireta do cultivo.

Fonte: Marcus Vinicius Fier Giroto (2021).

Como exemplo, é possível observar na Figura 6 que o ponto A está localizado junto à linha de tanques-rede, local adequado para instalação. Já o ponto B, entre as linhas, pode atrapalhar o tráfego das embarcações para a realização de manejo; diferentemente do ponto E, que também está entre as linhas, mas como o distanciamento delas é grande, a posição da plataforma não compromete a navegabilidade. O ponto C, que não está em uma porção central, pode fazer com que os dados coletados não reflitam as reais variações limnológicas causadas pelos tanques-rede. Como pontos de controle, o D se mostra em boa localização, diferentemente do ponto F, que mesmo estando distante do cultivo, está sofrendo uma maior influência do rio à montante, fazendo com que as leituras das sondas reflitam mais o comportamento do rio do que de uma área de influência indireta da área de produção.

As Figuras 7, 8 e 9 mostram imagens de plataformas em operação já instaladas em alguns reservatórios.



Foto: Marcus Vinicius Fier Giroto (2020).

Figura 7. Plataforma de Coleta de Dados instalada na linha de tanques-rede, fundeada próxima aos tanques-rede.



Foto: Marcus Vinicius Fier Giroto (2020).

Figura 8. Plataforma de Coleta de Dados instalada na linha de tanques-rede e fixada no cabo de aço da própria linha.



Foto: Marcus Vinicius Fier Giroto (2020).

Figura 9. Plataforma de Coleta de dados instalada entre as linhas de cultivo, mas com espaçamento suficiente para navegação das embarcações usadas para manejo dos tanques-rede.

Dentre os vários aspectos a serem considerados na escolha do local para instalação das plataformas, o contato com o piscicultor local é um fator preponderante. O conhecimento que o piscicultor possui acerca da região e os desafios climáticos enfrentados podem encurtar o caminho para a definição do local de fixação e garantir o sucesso na coleta de dados. Com o local definido, inicia-se o planejamento para sua instalação.

Planejamento e Logística

O processo de instalação das plataformas e de suas respectivas sondas e sensores demandam um planejamento logístico prévio, a fim de evitar atrasos e eventuais erros na montagem.

O primeiro passo é conhecer o local onde ficará a plataforma. Alguns aspectos deste item já puderam ser observados na escolha do local de instalação. É importante que se conheça a estrutura em terra disponível, o acesso à margem do reservatório, a inclinação, a característica do fundo e a profundidade média do local selecionado do reservatório. Desta forma, será possível saber qual equipamento é ideal para uso na margem, assim como qual o local onde será a base em terra para descarregar os equipamentos, montar e fundear.

Posteriormente, será realizado o transporte das peças da plataforma. Nessa etapa, existem duas possibilidades: o uso de um caminhão para carga seca utilizando um munck¹ para carregar e outro munck no local de descarga, ou o uso de um caminhão para transporte da carga que já possua munck. Ambas as possibilidades atendem igualmente, sugerindo-se optar por aquela que apresente menor custo. A Figura 10 mostra imagens do transporte dos equipamentos.

¹ Modelo de caminhão guindaste usado para transportar ou erguer cargas pesadas.



Figura 10. Caminhão munck utilizado para retirada das peças da caçamba (A), e caminhão de carga seca utilizado apenas para transporte das peças da plataforma (B).

O número de pessoas necessárias para a carga, descarga e montagem dos equipamentos varia de dois a quatro, dependendo dos equipamentos utilizados. O tempo para montagem de uma plataforma, com quatro pessoas e o munck para auxílio é de aproximadamente oito (8) horas de trabalho. Portanto, em dois dias de trabalho é possível montar uma plataforma, realizar o lançamento das poitas, calibrar a sonda e deixar todo o sistema operando.

No intuito de otimizar o tempo levado para o processo de montagem das plataformas, pode-se considerar a lista de ações abaixo:

- Contratação do transporte e muncks para operação de carga e descarga das peças;
- Contratação de transporte de mão de obra, ou contratação de mão de obra local;
- Logística de transporte e descarga das peças – conferindo os trechos de transporte, bem como as distâncias das bases em terra;
- Montagem da plataforma;
- Lançamento da poita;
- Lançamento da plataforma na água;
- Verificação das embarcações disponíveis no local, a capacidade de carga de ao menos 500 kg e a potência do motor de no mínimo 15HP;
- Conferência das estruturas de apoio da piscicultura, tais como plataforma de manejo e lançadores de poita.

A descarga das peças e equipamentos deve ser realizada no local de montagem a fim de facilitar o posterior deslocamento das estruturas já montadas. Ainda, no momento em que o munck está sendo utilizado para descarregar, este também pode auxiliar no posicionamento da poita, deixando-a na posição que será transportada para o local de lançamento.

Verificação dos Equipamentos

Um dos pontos iniciais no processo é a definição de uma base em terra onde serão realizados os serviços e que possa receber a equipe de montagem e fundeio. Esta deve contar com espaço suficiente para descarga das plataformas, ter pouca declividade e ser próxima do ponto a ser monitorado. Antes da ancoragem do sistema, deve-se realizar uma visita ao local para verificar a infraestrutura de suporte, como embarcação para arrastar o sistema até o ponto de ancoragem e definir a profundidade de fundeio. Após definição do local e antes de iniciar a logística para o fundeio, é necessário realizar a verificação da integridade e realizar um *check list* de todos os equipamentos e peças necessárias, dando atenção também ao tamanho correto das cordas da poita.

As sondas multiparâmetros devem ser calibradas, os sensores meteorológicos devem ser checados quanto ao seu posicionamento (caso estes estejam instalados), se estão calibrados e coletando dados. Esse processo garante que ao instalar todos os equipamentos sobre as Plataformas estes já estejam em perfeita operação, evitando a realização de eventuais reparos com esses equipamentos já com a Plataforma na água.

Além dos equipamentos que são colocados junto às Plataformas, é importante um correto posicionamento destas, e para isso, é fundamental um bom processo de apoitamento. Assim, a definição prévia da profundidade de ancoragem é fundamental para a confecção dos cabos de sustentação da plataforma.

Apoitamento

Existe uma grande variedade de modelos de poitas disponíveis, sendo que as mais utilizadas são fabricadas em concreto, pois além do peso adequado, o material é fácil de ser encontrado em qualquer região. Dentre as poitas de concreto, destacam-se aquelas com formatos trapezoidal, cúbico e cilíndrico. Ressalta-se que é possível reutilizar alguns materiais para serem usados como poita, a exemplo das rodas de trem. A Figura 11 mostra alguns modelos de poitas que podem ser utilizadas.



Fotos: Marcus Vinicius Fier Giroto (2020).

Figura 11. Modelos de poitas comumente empregados: trapezoidal (A), paralelepípedo (B), cilíndrica (C) e roda de trem (D).

Independente do material utilizado, as poitas devem ter peso suficiente para manter a plataforma em sua posição pré-determinada, já que esta não pode ser arrastada nem mesmo em condições climáticas severas. As poitas utilizadas em conjunto com as plataformas de 600 kg, por exemplo, devem ter entre 450 e 600 kg; já para a fixação da plataforma de 800 kg, devem ser utilizadas ao menos duas poitas de 400 kg cada. Ainda, em caso de mais informações a respeito dos processos de apoitamento, pode-se consultar o documento “Apoitamento de tanques-rede em reservatório” (Evangelista, 2016). Caso não existam equipamentos específicos para transporte da poita até a água, é possível a utilização de poitas com menor peso amarradas em embarcações com capacidade de carga compatível. Entretanto, o peso total das poitas deve estar dentro do recomendado.

Após a confecção da poita, esta deve ser lançada na água juntamente com o cabo a ser utilizado na amarração da plataforma. Para a amarração, recomenda-se utilizar corda torcida, 100% em polietileno, com bitola de no mínimo 30 mm, que são leves e flutuam na água. Com a corda amarrada à poita, esta deve ser deslocada até o local de lançamento por embarcação específica para este fim (lançador de poita), e no local escolhido a poita deve ser liberada do lançador. A outra extremidade da corda pode estar fixada em uma boia, com o intuito de facilitar a posterior amarração. No caso do Sima, como são utilizadas duas poitas, estas devem ser posicionadas equidistantes do local predefinido para a plataforma, com a corda formando preferencialmente um ângulo de 45° com a superfície, garantindo-se uma melhor fixação das poitas e um menor deslocamento lateral da plataforma. A Figura 12 mostra a imagem de um lançador de poitas e o momento do lançamento no local definido.



Foto: Marcus Vinicius Fier Giroto (2020).

Figura 12. Lançador de poita sendo levado para o ponto em que a plataforma será posicionada.

Para determinar a quantidade de corda a ser empregada é fundamental conhecer as cotas máximas e mínimas dos reservatórios, a cota do dia escolhido para a instalação (dados disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (2021) em: <https://www.ana.gov.br/sar0/MedicaoSin#>, além da profundidade do local selecionado. Desta forma, o comprimento da corda deve ser suficiente para que caso ocorra uma eventual elevação na cota do reservatório, esta não afete a flutuação da plataforma. Assim, para a instalação da poita deve-se seguir a seguinte equação:

$$\text{Comprimento de corda} = \text{Prd} + \Delta C + (0,15 \times \text{Prt})$$

Prd – profundidade no dia da instalação

ΔC – Cota máxima – cota do dia

Prt – Profundidade máxima que o local pode atingir

Como exemplo, podemos utilizar o reservatório da UHE de Chavantes que possui cota máxima de 475,5 m. No dia da instalação a cota era de 468,38 m e a profundidade do local de apoitamento era de 9 m (Agência Nacional de Águas, 2020). Diante dessa situação, após a soltura da poita deixou-se mais 7,12 m de corda referentes à diferença da cota do dia em relação à cota máxima, mais 2,4 m referentes a 15 % do valor da profundidade máxima que pode ser atingida (a sobra de 15% visa reduzir a tensão da corda em uma eventual subida do nível da água do reservatório). Feitos os ajustes, a corda pôde ser amarrada com 18,5 m de comprimento.

No caso do Sima, o procedimento de soltura das duas poitas é basicamente o mesmo, a maior diferença é na amarração, uma vez que as poitas não estão imediatamente abaixo da plataforma. Considerando o mesmo exemplo acima e que o ângulo ideal entre a água e a corda seja de 45°, aproximadamente, portanto para se determinar a quantidade de corda deve-se seguir a seguinte equação:

$$\text{Comprimento de corda} = [(\text{Prd} + \Delta C) \times 1,41] \times 1,15$$

Resultando para a instalação do Sima a utilização de 22,8 m de corda; mais 3,3 m referentes aos 15%, assim, em cada lado as cordas devem ter 26,1 m de comprimento acrescidos do necessário para amarração.

Outra situação a ser observada é a posição da plataforma e o histórico de cotas do reservatório. Em casos de reservatórios que não tenham histórico de elevação de suas cotas de forma brusca ou que as cotas máximas são raramente alcançadas, pode-se amarrar a plataforma mais próxima da poita, deixando o restante da corda enrolada ou presa na lateral da plataforma. Nessa situação é fundamental que a corda esteja com fácil acesso, possibilitando que, em caso de aumento do nível da água do reservatório, seja possível soltar o restante da corda e realizar uma nova amarração com um comprimento mais adequado. Essa técnica evita que as plataformas se choquem com as linhas de tanques-rede ou se desloquem em demasia dentro da área de produção devido ao excesso de corda (Figuras 13, 14 e 15).

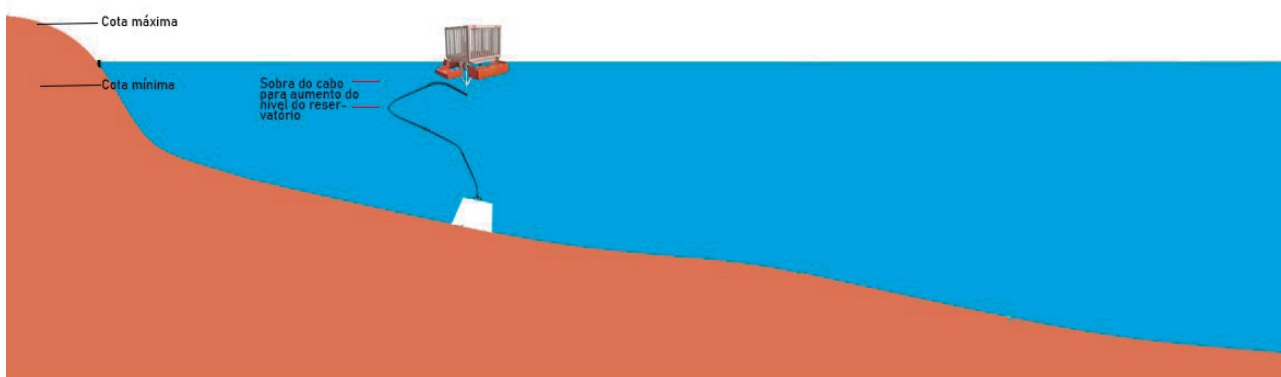


Figura 13. Esquema de posicionamento da poita em relação às PCD.

Ilustração: Marcus Vinicius Fier Giroto (2021).

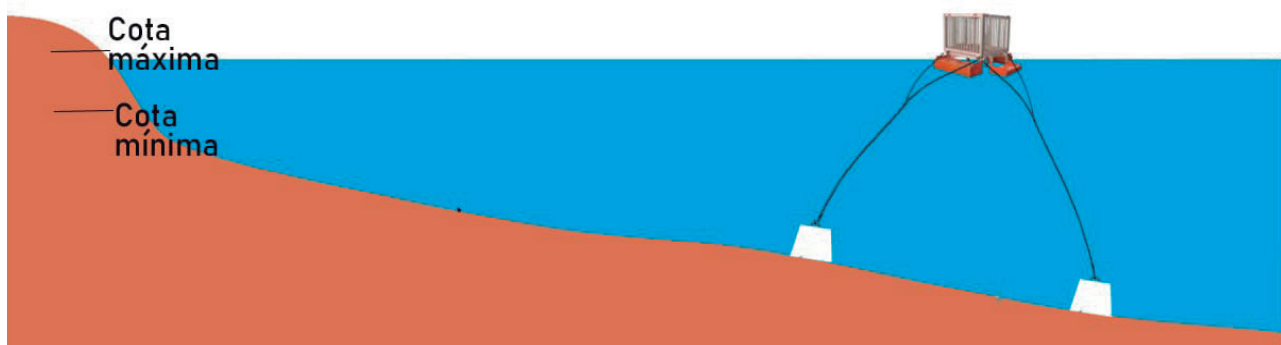


Figura 14. Esquema de posicionamento das poitas em relação ao Sima com o reservatório cheio.

Ilustração: Marcus Vinicius Fier Giroto (2021).



Foto: Geraldo Orlando Mendes (2019).

Figura 15. Lançador de poitas.

Montagem e Fixação da Plataforma

A montagem da plataforma pode ser realizada antes, depois ou concomitantemente com o lançamento da poita, sendo que a ordem de execução depende da mão de obra disponível e das condições climáticas locais. As Figuras 16, 17, 18 e 19 mostram os flutuadores e os assoalhos das plataformas PCD e Sima.



Fotos: Marcus Vinicius Fier Giroto (2020).

Figura 16. Flutuadores da PCD (A) e do Sima (B).



Foto: Marcus Vinicius Fier Giroto (2020).

Figura 17. Assoalho da plataforma (primeiro plano) e laterais da plataforma (segundo plano).

A montagem da plataforma se inicia com o posicionamento dos flutuadores conforme marcação de cada um deles e com o distanciamento entre eles equivalente à largura do piso da Plataforma. Após o posicionamento dos flutuadores, o assoalho da PCD deve ser colocado sobre o seu respectivo flutuador, mantendo a numeração de cada peça. Após isso, cada flutuador deve ser parafusado, e cada parte do piso deve ser fixada no assoalho.

Os flutuadores da plataforma possuem dois respiros para saída de ar, este mecanismo permite saída e entrada de ar de dentro do flutuador conforme este se comprime ou dilata de acordo com a temperatura a que está submetido (Figura 18).

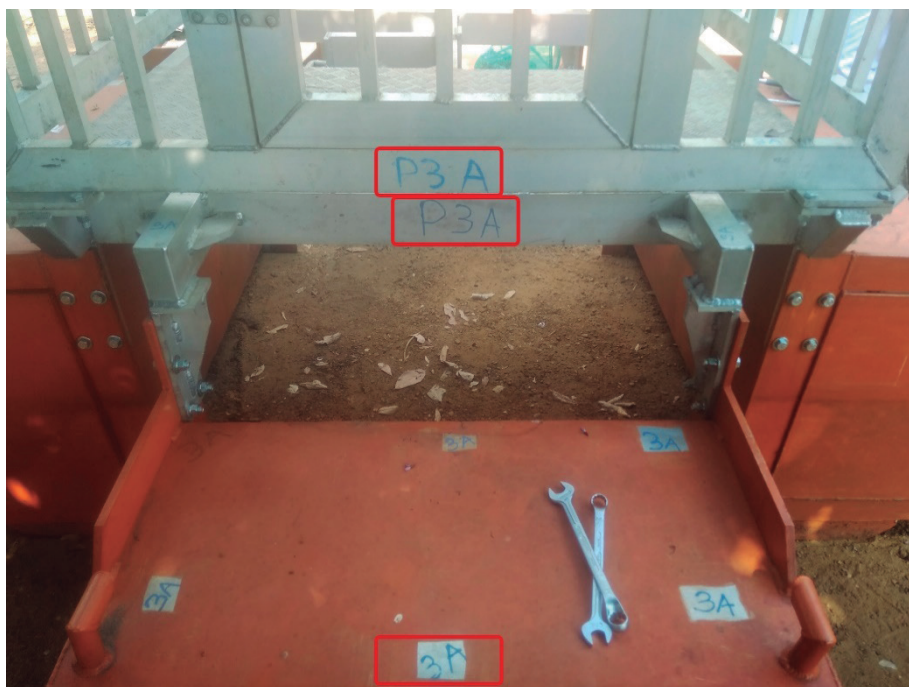


Foto: Marcus Vinicius Fier Giroto (2020).

Figura 18. Flutuadores, assoalho e laterais da Plataforma de Coleta de Dados com detalhe para marcação do seu respectivo conjunto.



Foto: Marcus Vinicius Fier Giroto (2020).

Figura 19. Flutuadores e assoalho da Plataforma de Coleta de Dados já fixados.

Posteriormente, as laterais devem ser posicionadas de acordo com o seu respectivo encaixe no assoalho, para que em seguida estas sejam fixadas (Figura 20).



Foto: Marcus Vinicius Fier Giroto (2020).

Figura 20. Fixação das laterais da Plataforma de Coleta de Dados.

Com a parte principal da plataforma já montada, deve-se parafusar a haste que serve de suporte para a poita (Figura 21), que se localiza abaixo do assoalho e fica parcialmente submersa, com a alça para fixação do cabo da poita ficando debaixo d'água. Para a fixação dessa peça, pode-se optar por dois métodos, um deles é utilizar o munck para içar a plataforma, e com ela acima do chão, realizar a fixação. Nesse caso, a plataforma não pode mais ser colocada no chão, devendo ir diretamente para a água, e para que isso ocorra com segurança, a profundidade no ponto que o braço do munck alcança deve ter no mínimo 2 m para que a plataforma possa ser colocada na água. O segundo método é recomendável para locais com pouca profundidade ou com muncks de braço curto, quando a plataforma é colocada posicionada em um local com profundidade adequada na água e então fixa-se a haste (Figura 21, 22 e 23).

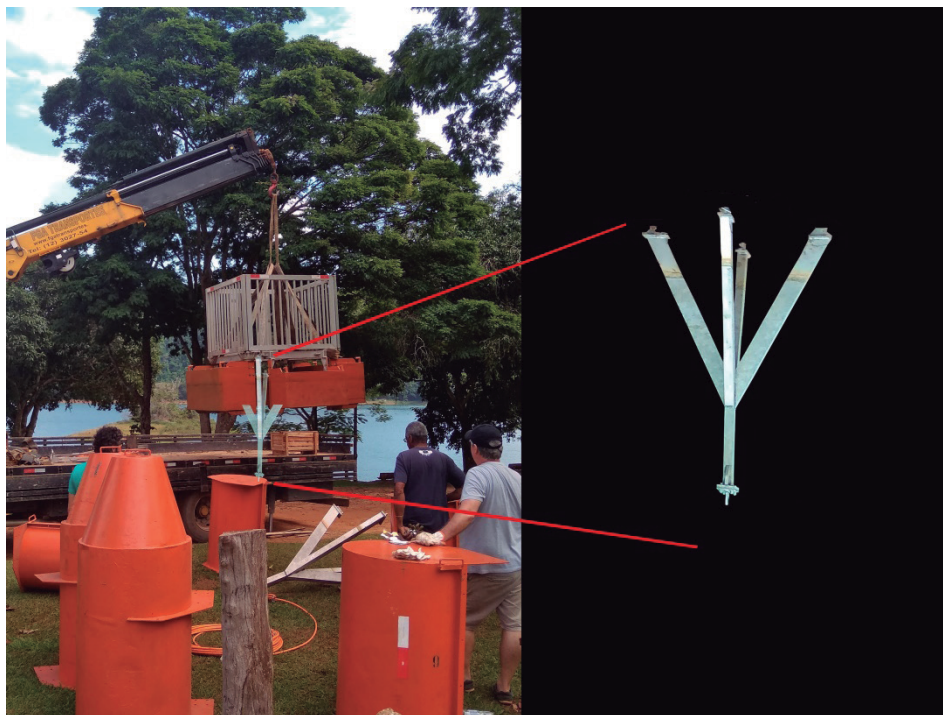


Foto: Marcus Vinicius Fier Giroto (2020).

Figura 21. Haste para fixação da poita na Plataforma de Coleta de Dados.

Foto: Marcus Vinicius Fier Giroto (2020).

Figura 22. Plataforma de Coleta de Dados içada para fixação da haste de sustentação da poita.

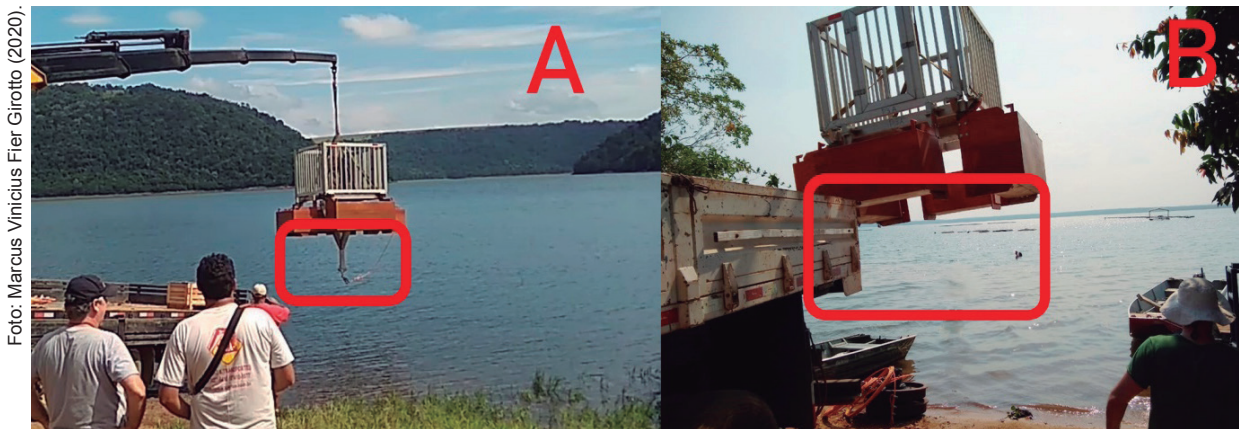


Figura 23. Plataforma sendo colocada na água com a haste de amarração da poita (A) e sem a haste (B).

O processo de montagem do Sima segue o mesmo princípio da PCD, com poucas diferenças. Um dos pontos que diferem é a posição dos flutuadores, uma vez que são posicionados três deles de cada lado. Outra característica do Sima é a presença de uma estrutura central (que deve ser a última parte a ser montada) para fixação de mais sistemas de monitoramento, como por exemplo um sistema de monitoramento meteorológico. E por fim, os pontos de fixação dos cabos das poitas estão posicionados nas partes da frente e de trás do Sima. O lançamento do Sima na água também deve seguir o mesmo protocolo da PCD, e como não possui a haste na parte inferior, pode ser posicionado em locais com baixas profundidades, pois os pontos de fixação dos cabos não ficam submersos (Figura 24).



Figura 24. Sistema de Monitoramento Ambiental Integrado já montado e com destaque para o ponto de fixação dos cabos das poitas.

Com a Plataforma e o Sima já na água, estes são levados para o local onde foram lançadas as poitas para que sejam fixados. Em seguida, deve-se verificar a flutuação da PCD e do Sima e se não há risco de colisão com outras estruturas próximas. É importante notar se há quantidade suficiente de cabo para uma eventual elevação do reservatório. Com isso, o processo de instalação da Plataforma foi concluído.

Com a plataforma instalada, inicia-se o processo de instalação dos componentes de medição. No caso da PCD, são instaladas uma sonda multiparâmetros e uma cadeia de sensores de temperatura. E no Sima, além dos dois equipamentos instalados na PCD, também podem ser instalados outros equipamentos, como painéis fotovoltaicos ou sensores meteorológicos.

Instalação da Sonda Multiparâmetros

O monitoramento dos parâmetros limnológicos é realizado com uma sonda multiparâmetros, a qual possui sensores para temperatura ($^{\circ}\text{C}$), profundidade (m), pH, oxigênio dissolvido (mg/L), condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$), clorofila ($\mu\text{g}/\text{L}$) e turbidez (NTU). A sonda a ser instalada deve ter a capacidade de obter dados em alta frequência, armazená-los por um longo período (ou transmiti-los para um servidor), utilizar sensores autolimpantes e que mantenha a calibração por longos períodos, além de ser resistente.

Os parâmetros escolhidos para monitoramento são aqueles comumente utilizados em sondas, e também costumemente encontrados em condicionantes ambientais baseadas na Resolução Conama n $^{\circ}$ 357/2005 (Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2005).

Assim, devido à grande variedade de sondas multiparamétricas disponíveis no mercado, esse capítulo não abordará temas específicos de operação da sonda, a qual deve ser operada de acordo com seu respectivo manual. Entretanto, temas que independam do modelo de sonda e que sejam relevantes para a correta operação do sistema serão o foco.

Preparação dos Sensores e da Sonda

O primeiro ponto a ser observado antes do lançamento da sonda na água é a condição dos sensores a serem utilizados, garantindo que todos estejam em perfeitas condições. Após a conferência, todos os seus sensores devem ser conectados à sonda e calibrados. Para uma calibração adequada três pontos devem ser observados. O primeiro deles é a utilização de soluções de calibração de qualidade e recomendadas pelo fabricante da sonda; o segundo ponto é que essas soluções tenham pontos de calibração próximos aos observados nos locais de monitoramento, por exemplo, a turbidez comumente encontrada no local é de 85 NTU, em média, e as soluções de calibração disponíveis são de 12,6 NTU e 126 NTU. Assim, recomenda-se o uso da segunda opção, ou ainda, a calibração com múltiplos pontos, reduzindo ainda mais o erro. E por fim, seguir todas as recomendações do manual de instruções do equipamento.

Após a montagem e preparação dos sensores, a sonda deve ser programada para um monitoramento de alta frequência. Neste processo é fundamental a correta configuração para coleta de dados a cada 10 minutos, conforme o trabalho de Araújo (2017). Após a inserção da frequência de coleta de dados a sonda utilizada deve ser capaz de prever a sua capacidade de armazenamento de dados e o tempo de durabilidade da bateria. Neste último caso, recomenda-se o uso de sistema

fotovoltaico como forma de alimentação da sonda ou baterias de grande capacidade, evitando assim idas ao campo com grande frequência.

Antes de instalar a sonda nas plataformas é importante observar se ela está realizando leituras.

Depois de constatado o perfeito funcionamento da sonda, ela deverá ser colocada em seu suporte, que é dividido em duas partes, sendo uma estrutura de proteção à sonda, e outra uma haste para fixação na plataforma. Assim, a sonda deve ser colocada na estrutura de proteção, esta deve ser encaixada na haste, a qual deve estar alinhada com os respectivos parafusos (o uso da chave Allen para segurar o parafuso garante a firmeza na fixação – Figura 25). Esta estrutura visa fornecer proteção à sonda, além de posicioná-la numa profundidade de 1,5 m, a qual corresponde à profundidade do meio dos tanques-rede.



Foto: Marcus Vinicius Fier Giroto (2020).

Figura 25. Sonda sendo fixada na sua estrutura de proteção.

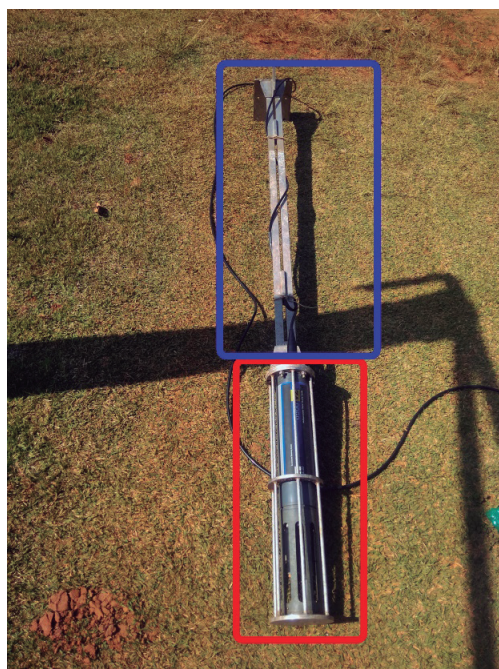


Foto: Marcus Vinicius Fier Giroto (2020).

Figura 26. Sonda já acoplada na estrutura de proteção, e esta já fixada na haste de sustentação.

Posteriormente, a haste completa deve ser colocada na plataforma (Figura 26). O primeiro ponto importante nesta etapa é amarrar a haste que segura a sonda em um lugar seguro. Para isso, uma ponta da corda pode ser amarrada na haste e outra ponta na lateral da plataforma. Isso é fundamental para que a instalação seja realizada com segurança. Após a amarração, a haste pode ser parafusada e trancada com o cadeado em um dos quatro furos (Figura 27).



Foto: Marcus Vinicius Fier Giroto (2020).

Figura 27. Corda para garantir a segurança e a fixação da haste da sonda na Plataforma.

Instalação da Cadeia de Sensores de Temperatura

A cadeia de sensores, neste caso, é composta por diversos sensores de temperatura com grande capacidade de armazenamento de dados, corpo robusto e de fácil programação e leitura (Figura 28). Por existirem diversos equipamentos com esta função disponíveis no mercado, as orientações que se seguem não abordarão itens relativos à operação, a qual deve seguir o seu respectivo manual. Assim, temas que independam do modelo e que sejam relevantes para a correta operação do sistema serão o foco deste capítulo.



Figura 28. Exemplo de sensor de temperatura com memória interna do modelo HOBO - Water Temp Pro v2.

Fonte: <https://www.hobodataloggers.com.au/hobo-u22-001-water-temperature-pro-v2-data-logger>

Com a instalação desses sensores é possível obter a temperatura de diversos pontos na coluna d'água para identificação de uma eventual inversão térmica, e também conhecer como a temperatura se comporta ao longo da coluna d'água sob os tanques-rede e como essas mudanças se relacionam com as leituras dos dados limnológicos obtidos com a sonda.

O primeiro item a ser considerado na montagem da cadeia de sensores é a profundidade do local e a profundidade dos tanques-rede. Como essa verificação já foi realizada para a instalação das Plataformas, basta utilizar as mesmas leituras.

Assim, em um local com 16 m de profundidade, por exemplo, é possível montar uma linha com sete sensores de temperatura nas seguintes profundidades: superfície; 0,5 m; 1 m; 2 m; 5 m; 10 m e 15 m. O posicionamento dos sensores de temperatura nessas profundidades foi determinado após uma verificação prévia (testes piloto com sensores instalados a cada 1 m), onde as leituras a partir de 5 m de profundidade só apresentavam diferenças significativas com intervalos de 5 m de profundidade e as outras profundidades representam a profundidade do tanque-rede utilizado. Assim, foram posicionados mais dois sensores de temperatura com 10 e 15 m de profundidade. Outro ponto a destacar se refere ao posicionamento dos sensores de temperatura da superfície, que devem permanecer totalmente submersos, mas não mais do que a 5 cm de profundidade.

Após a definição das posições dos sensores de temperatura, estes podem ser amarrados em um cabo de polietileno de 6 mm. Em uma extremidade do cabo deve ser colocada uma pequena poita, com peso de 5 a 10 kg, a fim de garantir que a linha fique tensionada e que cada sensor de temperatura esteja em sua respectiva profundidade (Figura 29). Em locais com correnteza mais forte como em rios ou no centro de reservatórios de fio d'água recomenda-se o uso de poitas de 20 kg, uma vez que se forem muito leves podem deslocá-los facilmente.

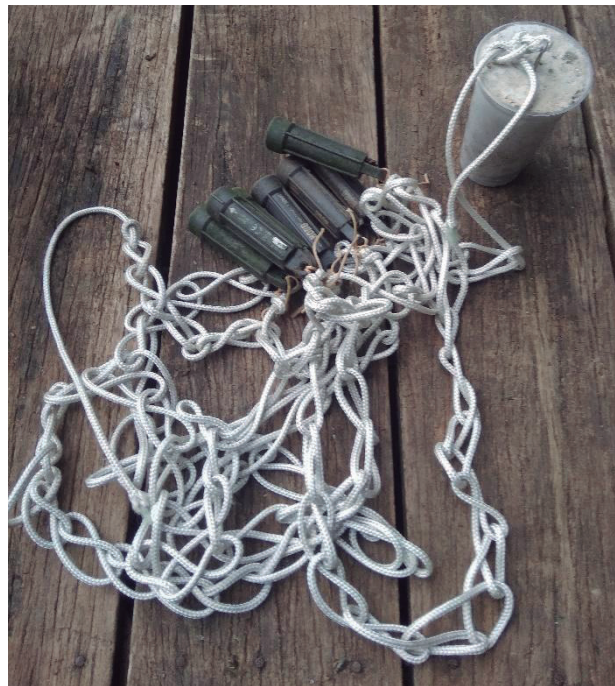


Foto: Marcus Vinicius Fier Giroto (2020).

Figura 29. Linha montada com sete sensores de temperatura e uma poita.

Programação dos sensores de temperatura

Com a linha montada, cada sensor de temperatura deve ser programado para coleta de dados a cada 10 minutos, assim como a sonda, utilizando-se o software específico. A programação deve seguir as especificações do manual de cada equipamento.

Lançamento dos sensores de temperatura

Com o sistema ajustado, os sensores de temperatura devem ser configurados para o lançamento. Nesse momento é que o sensor de temperatura deve receber o nome com referência ao seu local de instalação e sua profundidade, devendo ser programado para a leitura a cada 10 minutos e ter o início das leituras programadas para o momento estimado em que será colocado na água. Com a programação concluída é fundamental verificar se todas as informações estão corretas, verificando se o dispositivo está corretamente programado. Se todas elas estiveram corretas, o sensor de temperatura está pronto para ser colocado na água. Esse procedimento deve ser repetido para todos os sensores de temperatura.

Com todos os sensores de temperatura já fixos no cabo e programados, estes devem ser colocados nas PCD e no Sima. O local para que o cabo seja amarrado está localizado na abertura no assoalho, facilitando o acesso para colocação e retirada (Figura 30).



Foto: Marcus Vinicius Fier Giroto (2020).

Figura 30. Linha de sensores para monitoramento da temperatura ao longo da coluna da água. Detalhe para o local de amarração da linha e sensor bem próximo da superfície.

Manutenção da Plataforma

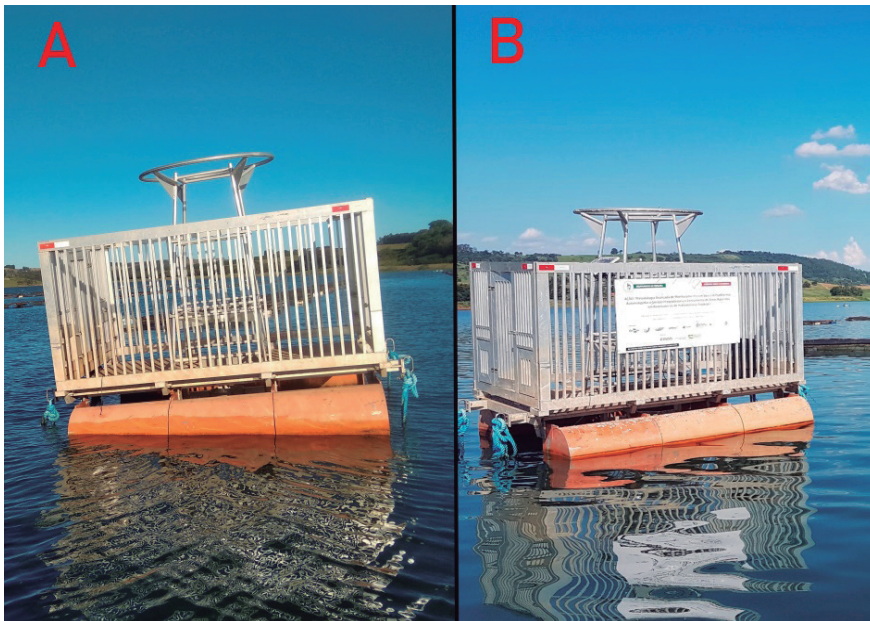
Como a plataforma fica exposta a situações extremas de clima é importante que seja periodicamente verificada.

A verificação inicia-se pelo flutuador, conferindo o alinhamento da plataforma e sua fixação nas poitas. Avaliando visualmente é possível verificar se os parafusos de fixação da plataforma nos flutuadores estão apertados, se o corpo do flutuador não apresenta avarias como furos ou amassados e a observação do respiro em relação à sua posição e integridade. Deve-se observar a posição do flutuador em relação à superfície da água, se ele não se encontra submerso. O ideal é que mais de 10 cm do flutuador da PCD estejam fora da água, e os flutuadores do Sima estejam alinhados e com metade deles para fora da água (Figura 31). Os problemas mais comuns são furos ou incrustações (Figura 32).



Fotos: Marcus Vinicius Fier Giroto (2020).

Figura 31. A linha vermelha marca o ponto necessário para verificação do flutuador da PCD (menos de 10 cm). A linha azul marca o ponto normal do flutuador.



Fotos: Marcus Vinicius Fier Giroto (2020).

Figura 32. Flutuadores do Sima necessitando de vistoria e reparos (A), e flutuadores do Sima posicionados adequadamente (B).

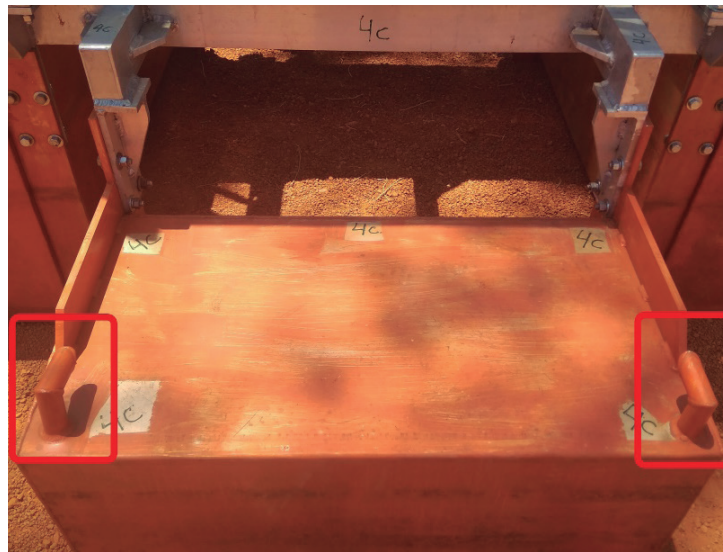


Foto: Marcus Vinicius Fier Giroto (2020).

Figura 33. Respiro do flutuador em destaque.

Aviso importante: não usar o respiro como apoio ou amarração, pois é um item fundamental para retirada do ar do flutuador (Figura 33).

Em relação às laterais da plataforma, porta e assoalho, é importante observar o alinhamento das grades e a fixação de todos os parafusos, bem como a junção do assoalho com as laterais. O próximo passo é verificar o corpo do assoalho da plataforma, se há presença de buracos ou avarias que comprometam a estabilidade da plataforma e se as soldas estão íntegras. É fundamental que estas estruturas estejam firmes e parafusadas e que essas verificações sejam realizadas antes dos técnicos subirem na plataforma, garantindo assim a segurança deles. Essas verificações podem ser feitas da embarcação, uma vez que todos os parafusos de fixação do assoalho não ficam submersos.

Outros itens a serem observados são as hastes de sustentação (Figura 34). A primeira haste de sustentação da sonda deve estar sem amassados e sem folga nos parafusos e porcas. Já a segunda haste, que fixa a poita na plataforma, deve estar fixa em quatro pontos (sendo dois deles abaixo do assoalho). É preciso observar o alinhamento dessas hastes e os pontos de fixação, pois é nessa estrutura que se encontra a poita, que irá garantir a segurança da plataforma. No caso do Sima, não existe a haste de fixação da poita, pois o cabo é amarrado na lateral. Assim, é importante verificar se o cabo permanece firmemente fixado no Sima.

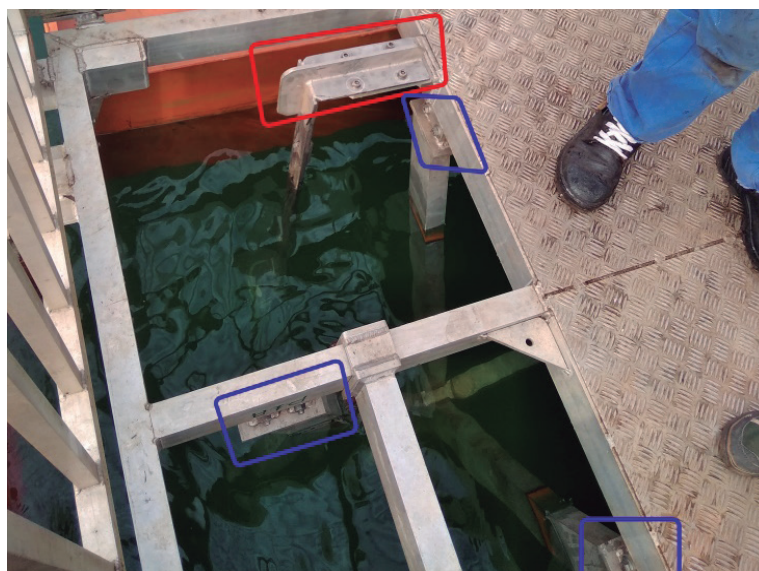


Foto: Marcus Vinicius Fier Giroto (2020).

Figura 34. Haste de sustentação da sonda em vermelho e hastes de fixação da poita em azul.

Manutenção das Sondas Multiparâmetros e Leitura dos Dados

Como a sonda depende de alimentação por pilhas, estas precisam ser trocadas; e por ter uma memória limitada, os dados precisam ser baixados com certa frequência. É comum que os sensores percam sua calibração pelas sujidades e incrustações, portanto, calibrações periódicas tornam-se necessárias. A frequência necessária para as manutenções dependerá de alguns fatores: a capacidade da memória da sonda, a capacidade da bateria da sonda, a capacidade dos sensores manterem a sua calibração e a incidência de incrustações. No caso dos três primeiros fatores, estes devem ser obtidos junto ao manual da sonda escolhida, e já o terceiro pode ser obtido junto ao piscicultor que apoiará o projeto.

Retirada e limpeza da sonda

O primeiro ponto importante nesta etapa é amarrar a haste que segura a sonda em um lugar seguro, para isso, uma ponta da corda pode ser amarrada na haste e outra ponta na lateral da plataforma. Isso é fundamental para que esse manejo seja realizado com segurança. Em seguida será realizada a retirada da sonda da haste, desparafusando-a e soltando o cadeado. Essa retirada deve ser realizada de preferência com dois técnicos: enquanto um segura a haste o outro desparafusa a estrutura.

Ao se retirar a sonda da água é comum observar a presença de limo, sujeira e incrustações, que serão retiradas na etapa da limpeza (Figura 35). Vale lembrar que a corda só deve ser desamarrada após a colocação da sonda no barco para evitar acidentes.



Fotos: Marcus Vinicius Fier Giroto (2020).

Figura 35. Sonda e sua haste com limo (esquerda) e mexilhão dourado (direita).

Após esse procedimento, a sonda deverá ser liberada da estrutura de proteção metálica. O primeiro passo é localizar a junção da haste com essa estrutura e utilizar a respectiva chave na porca para então soltá-las. Com esse processo será possível retirar a haste, a estrutura metálica e por último fazer a liberação da sonda. Após a separação desses itens, deve-se verificar a integridade da estrutura de proteção, se há presença de furos, amassados ou soldas soltas, em seguida realizar uma limpeza total dessa estrutura.

Antes de iniciar a limpeza, é necessário fazer uma avaliação geral da sonda conferindo possíveis avarias. A fim de facilitar o manejo, pode-se amarrar a sonda em uma altura que seja confortável para o técnico trabalhar sentado ou em pé, deixando-a suspensa em um lugar fixo e seguro.

O processo de limpeza da sonda e dos seus sensores deve seguir todas as recomendações do manual, assim os passos abaixo seguem como exemplo para a sonda YSI 6600 V2 (YSI, 2009). Para a realização da limpeza deverá ser utilizada uma esponja macia e água corrente, evitando-se o uso de esponjas abrasivas. Após a limpeza da parte externa da sonda, deverá ser retirada a parte plástica, deixando os sensores expostos para limpeza (Figura 36). Pode-se observar a presença de dois tipos de sensores: os óticos de tamanho maior, que medem o oxigênio, turbidez e clorofila (esses poderão ser limpos utilizando papel toalha) e o sensores acinzentados (ISE), que são menores e responsáveis pela medição de pH e condutividade (para a limpeza desses sensores, utilizar somente água, pois são extremamente delicados, e o papel toalha apenas para o corpo). Uma parte importante a se observar é a porção do leitor que contém a esponja, que deve ser limpa com água. Caso não seja mais possível limpá-la, esta deverá ser substituída (Figura 37).



Fotos: Marcus Vinicius Fier Giroto (2020).

Figura 36. Sonda sem o copo de proteção retirado para limpeza.



Fotos: Marcus Vinicius Fier Giroto (2020).

Figura 37. Sensor limpo, mas com a esponja necessitando de limpeza ou substituição.

Após a limpeza da sonda, a próxima atividade é a substituição das pilhas. Deve-se primeiramente secar muito bem a parte externa antes de abrir o compartimento das pilhas para evitar umidade. Após a secagem será necessário abrir o compartimento das pilhas e observar se a parte interna está seca, e, em caso positivo, a troca das pilhas deve seguir o procedimento citado no manual do modelo da sonda.

Novo lançamento da sonda

Com a conclusão da limpeza e substituição das baterias, a sonda precisa ter seus dados baixados e para isso deve-se seguir o seu respectivo manual. Com os dados já em um computador, estes podem ser conferidos e verificado se o arquivo baixado não está corrompido

Nesse ponto, a sonda está pronta para ser novamente lançada. Deve-se assim, seguir as recomendações de calibração, lançamento e fixação já citadas neste Manual. Já próximo da Plataforma e antes de retirar a sonda do barco é fundamental amarrar a corda na lateral da plataforma e a outra parte na haste da sonda. Para a fixação da sonda na plataforma é necessário prender a haste na estrutura de encaixe, enquanto um técnico segura a haste de sustentação junto à plataforma, o outro técnico faz a fixação com os parafusos e cadeados (Figura 38).



Figura 38. Haste da sonda fixada no suporte do Sima.

Com a sonda já fixa e o técnico fora da plataforma, é recomendável verificar o posicionamento da estrutura, se não ocorreu deslocamento e se o comportamento da plataforma está dentro do padrão inicial esperado, garantindo assim um bom funcionamento das sondas até a próxima troca de pilhas e coleta de dados.

Manutenção da Cadeia de Sensores, Temperatura e Leitura dos Dados

Os sensores de temperatura têm grande capacidade de bateria e não há necessidade de retirada constante da água para verificações. Entretanto, como as sondas não possuem a mesma autonomia, é interessante que a linha de sensores de temperatura seja retirada junto com a sonda, facilitando a coleta e comparação dos dados.

Ao ser retirado da água, cada sensor de temperatura deve ser limpo com água corrente e uma esponja. Em muitos casos, antes da utilização das esponjas se faz necessária a retirada de incrustações, como por exemplo, o mexilhão dourado (Figura 39). A limpeza do sensor de temperatura deve ser minuciosa.



Figura 39. Sensores de temperatura sujos com incrustações de mexilhão dourado (A e B) e após a limpeza (C).

Com todos os sensores de temperatura limpos, as leituras podem ter início. Nesta etapa é fundamental que o técnico realize os procedimentos de acordo com o recomendado pelo manual do respectivo equipamento. Independentemente do software a ser utilizado, deve-se realizar a conferência dos dados e do fuso-horário do local de instalação, para evitar posteriormente possíveis erros de interpretação.

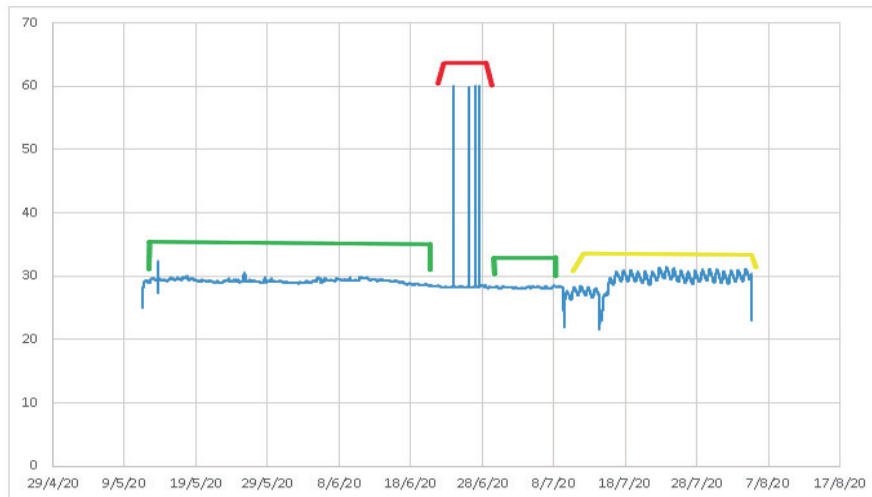


Figura 40. Exemplo de gráfico do sensor de temperatura: os dados em verde estão adequados, aqueles com destaque em vermelho foram desconsiderados e com destaque amarelo precisam de revisão.

Para análise dos dados é fundamental a retirada de valores que não representem uma leitura real ou que foram realizados em períodos em que o sensor estava fora da água. Na Figura 40 observa-se que em um determinado período (destaque em vermelho) aparecem temperaturas maiores que 60° C, ilustrando um possível erro de leitura. Outro ponto é que a partir de determinada data (destaque em amarelo) os sensores apresentaram uma variação diária da temperatura muito maior do que vinham apresentando. Pelo registro cronológico verificou-se que estas medições foram realizadas quando os sensores já haviam sido retirados da água. Em ambos os casos os valores devem ser excluídos da Tabela para que se possa realizar uma análise correta dos dados.

Possíveis Problemas Encontrados

A maioria dos problemas observados na plataforma está relacionada às avarias nas estruturas, até danos aos tanques-rede. Um dos problemas mais comuns é a colisão de embarcações com a plataforma podendo causar amassados nos flutuadores e laterais, e se o choque for no respiro do flutuador, por ser uma parte mais frágil, tem grande risco de quebrar, fazendo com que entre água no flutuador e este afunde. Caso seja verificado o rompimento do flutuador, a plataforma deve ser retirada da água para reparação do mesmo.

Outro problema comum é o deslocamento das Plataformas para a linha de tanques-rede, e com o excesso de atrito pode causar até o rompimento do cabo. O deslocamento excessivo também pode provocar um embaraço entre o cabo da poita da plataforma com o cabo da linha de tanques-rede. Para evitar esse problema, pode ser necessário encurtar o cabo da poita ou amarrar a plataforma entre os tanques, mas apenas para que mantenha distância deles e do cabo.

O rompimento de soldas também foi observado, mas em menor frequência, o que pode causar perda de estabilidade na água ou até afundar a plataforma dependendo do local danificado. Em caso de solda rompida, deve-se reparar a solda, com soldagem por Tungstênio Inerte Gás (TIG), com material de adição vareta de alumínio AWS 4043, o mais rápido possível, e caso esse problema seja nos flutuadores, a plataforma deve ser retirada da água e a peça danificada reparada (Figura 41).



Foto: Marcus Vinicius Fier Giroto (2020).

Figura 41. Solda do assoalho que fixa o flutuador foi rompida.

Problemas observados na cadeia de sensores de temperatura

Os problemas dos sensores de temperatura são, em sua maioria, relacionados com a dificuldade de baixar os dados ou de lançamento. Esse problema pode ser bateria acabando – o que impossibilita a leitura, mas também “erros de cabeçalho” como o software alerta, que nada mais é do que erros na programação do lançamento dos sensores de temperatura. Para solucionar tais problemas é importante verificar a situação das baterias pelo software antes de lançá-los.

Outra situação comum é a possibilidade da linha de sensores de temperatura enroscar no cabo da poita. Nesse caso, a linha deve ser retirada da água com calma, no intuito de observar em que ponto ocorreu o engate; sendo que em muitos casos apenas mergulhando será possível desenroscar. Para evitar essa situação, a poita da linha deve ter um peso suficiente para que ela não fique sendo levada em demasia pela correnteza.

Principais problemas da sonda

A principal dificuldade em relação à sonda é o excesso de sujeira tanto no corpo como nos sensores, que em muitos casos acaba dificultando a leitura correta de dados e obrigando a realização de um manejo mais frequente. Outra questão é a duração das pilhas e, por isso, é importante utilizar pilhas alcalinas de boa qualidade, ou outra solução recomendada pelo manual da respectiva sonda.

O manejo periódico visa não apenas trocas das pilhas, mas também a realização de uma nova calibração dos sensores, que perdem a eficiência pelo acúmulo da sujeira. Nesse caso, o uso de novas soluções de calibração adequadas colabora para um melhor ajuste do equipamento e leva a uma calibração mais rápida. A realização de manejos adequados e periódicos visa à redução na necessidade de manutenção, sem a necessidade de Assistência Técnica Autorizada (que possui custo elevado) e o aumento da vida útil da sonda.

Considerações finais

Considerando o monitoramento limnológico em alta frequência nos Reservatórios Tropicais com auxílio de plataformas de coleta de dados, é possível obter uma grande quantidade de dados, demonstrando como o reservatório se comporta durante um longo período e como esses dados podem auxiliar na gestão das áreas aquícolas. Ainda, quando os dados limnológicos e meteorológicos obtidos (por meio de estações instaladas na região) são analisados de forma conjunta com os limnológicos, ficam evidentes as grandes interações entre eles.

Por outro lado, os processos de instalação e manutenção das plataformas e sondas são caros e trabalhosos, requerendo pessoal capacitado para que continuem operando. Essa situação restringe o uso desses equipamentos pelos órgãos gestores, sendo ainda mais difícil para o produtor, inibindo a massificação dessa metodologia, que fica restrita a poucos pontos de estudo.

Como forma de superar essa situação, seria fundamental o desenvolvimento de uma sonda de menor valor, e que tivesse também maior autonomia de bateria e de calibração dos sensores, podendo permanecer na água sem necessidade de manutenção constante. Uma solução viável seria o uso de painéis solares para o carregamento de baterias da sonda.

Mas não apenas o desenvolvimento de sondas e de plataformas com preços mais acessíveis e de simples operação, construídas com materiais que a maioria dos produtores tenha acesso, seria uma maneira de facilmente replicar a tecnologia. Ainda, essas novas plataformas poderiam ter uma estrutura de flutuação tão segura quanto a das plataformas atuais, mas com montagem mais fácil e rápida, ou ainda, o desenvolvimento de um equipamento para que fosse possível acoplar a sonda diretamente na linha de tanques-rede, para locais onde não fosse possível a instalação de plataformas.

Paralelamente, é fundamental o esforço entre os atores envolvidos na gestão da propriedade para que os dados coletados em vários reservatórios sejam compilados a fim de se obter um panorama de suas características.

Sendo assim, esses dados seriam de grande importância para a gestão das áreas e parques aquícolas, podendo servir de ferramentas para facilitação de licenciamentos ambientais, revisão de normas legais ligadas à aquíicultura e principalmente evidenciar que a piscicultura em tanques-rede em águas da União não afeta de forma significativa os parâmetros de qualidade de água, e sim, sofre influência pelas mudanças geradas por outras fontes, evidenciando o caráter de atividade de baixo impacto ambiental (quando executada de maneira responsável).

Agradecimentos

Os equipamentos e técnicas aqui descritos foram implantados pela Embrapa no âmbito do Plano de Ação 07 – Monitoramento e Gestão para o Zoneamento de Áreas Aquícolas do PC05 – Manejo e Gestão Ambiental da Aquicultura do Projeto BRS-Aqua, que tem como parceiros o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), a Secretaria de Aquicultura e Pesca do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (SAP/Mapa). Agradecimento especial às pisciculturas Ipaussu e Cristalina localizadas no estado de São Paulo e suas equipes e à empresa Aquicultura Brasil Consultoria. À equipe do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe).

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Dados de operação dos reservatórios SIN**. Disponível em: <<http://sar.ana.gov.br/MedicaoSin?dropDownListEstados=26&dropDownListReservatorios=19090&dataInicial=01%2F01%2F2010&dataFinal=01%2F05%2F2018&button=Buscar>>. Acesso em: 4 jun. 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **SAR - Sistema de Acompanhamento de Reservatórios**. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/sar0/MedicaoSin#>>. Acesso em: 8 maio 2021.

ARAÚJO, C. A. S.; SAMPAIO, F. G.; ALCÂNTARA, E.; CURTARELLI, M. P.; OGASHAWARA, I.; STECH, J. L. Effects of atmospheric cold fronts on stratification and water quality of a tropical reservoir: Implications for aquaculture. **Aquaculture Environment Interactions**, v. 9, p. 385-403, 2017.

BRASIL. Ministério da Defesa. Marinha do Brasil. **Norman 11**: normas da Autoridade Marítima para obras, dragagens, pesquisa e lavra de minerais sob, sobre e às margens das águas jurisdicionais brasileiras. 2017. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/dpc/sites/www.marinha.mil.br.dpc/files/NORMAM-11_DPC_Rev1_Mod_3_0.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2020.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 18 mar. 2005. Seção I, p. 58-63. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: abr. 2021.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 413, de 26 de junho de 2009. Dispõe sobre o licenciamento ambiental da aquicultura, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 30 jun. 2009. Seção I, p. 126-129. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2009/RES_CONAMA_N413_2009.pdf>. Acesso em: 8 abr. 2021.

EVANGELISTA, D. K. R. **Apoitamento de tanques-rede em reservatórios**. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2016. 42 p. (Embrapa Pesca e Aquicultura. Documentos, 30).

MAPA com o status das áreas e parques aquícolas no Brasil: mapa de solicitações. Disponível em: <<https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1QOpjU4sJWLFUj6VQhFLq94HKPbyxW7rl&ll=-37.57059067638265%2C-49.263232&z=3>>. Acesso em: 12 ago. 2020.

STECH, J. L.; LIMA, I. B. T.; NOVO, E. M. L. M.; SILVA, C. M.; ASSIREU, A. T.; LORENZZETTI, J. A. CARVALHO, J. C.; BARBOSA, C. C. ROSA, R. R. Telemetric monitoring system for meteorological and limnological data acquisition. **SIL Proceedings, 1922-2010**, v. 29, n. 6, p. 747-1750, 2006.

WEBBER, D. C.; MATOS, F. T. de; OLIVEIRA, F. M. M. de; UMMUS, M. E. **Manual técnico para seleção de áreas aquícolas em águas da União**. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2015. 38 p. (Embrapa Pesca e Aquicultura. Documentos, 20).

YSI. **Multiparameter water quality sondes user manual**. Yellow Springs, 2009.

Anexo

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	NOTAS
01	ARMAZÓN CENTRAL	1	UNIDAD	
02	RAÍL LATERAL	2	UNIDAD	
03	PLACA DE PUNTA	2	UNIDAD	
04	PLACA DE FONDO	2	UNIDAD	
05	RODILLO	4	UNIDAD	
06	PERNO	8	UNIDAD	
07	ARROZ	100	KG	
08	PLATAFORMA COMPLETA	1	UNIDAD	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIALES
CONVENIO Nº 2708 - 2008

PLATAFORMA FLUYANTE
VER LISTA DE MATERIAL

VISTA EXPLODIDA
0011-DC-00-00-B-001

PROYECTO: 0011000000001
FECHA: 01/07/01

Embrapa

Meio Ambiente

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL