



UM SISTEMA DE COLETA AUTOMÁTICA DE DADOS AMBIENTAIS PARA CORPOS HÍDRICOS EM APOIO À AQUICULTURA

J.A. Lorenzetti¹, C.A.S. Araújo¹, J.L. Stech¹

(1) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE, Avenida dos Astronautas, 1758, 12227-010, São José dos Campos, SP, loren@dsr.inpe.br, carlos@dsr.inpe.br, stech@dsr.inpe.br

Resumo: Apresentamos um sistema especialmente desenvolvido para a coleta automática de dados ambientais (meteorológicos e limnológicos) em corpos aquáticos (rios, lagos e reservatórios), com capacidade de transmissão em tempo quase real de dados de locais remotos (até cerca de 5000 km) via enlace de satélite. O sistema em questão vem sendo aplicado no reservatório de Furnas nas proximidades do município de Guapé (MG) em apoio a um projeto de pesquisa sobre práticas de aquicultura e seus impactos ambientais.

Palavras-chave: coleta automática de dados, aquicultura.

A SYSTEM FOR THE AUTOMATIC ACQUISITION OF ENVIRONMENTAL DATA FOR WATER BODIES IN SUPPORT OF THE AQUACULTURE

Abstract: We present a system especially designed to automatically acquire environmental data (meteorological and limnological) in aquatic bodies (rivers, lakes and reservoirs), with capacity of near real time data transmission of remote sites (up to ~ 5000 km) via satellite link. This system is being used as part of a research project in aquaculture practices and its environmental impacts in the hydroelectric reservoir of Furnas close to the city of Guapé (MG).

Keywords: automatic data acquisition, aquaculture.

1. Introdução

Corpos hídricos sejam eles rios, lagos, açudes, reservatórios hidrelétricos, podem apresentar um amplo espectro de variabilidades espaciais e temporais em suas variáveis ambientais e limnológicas. Em baixas frequências temporais (décadas), podemos esperar que mudanças climáticas afetem a vazão, o campo de temperatura, as estratificações horizontal e vertical etc. Na faixa sinóptica do espectro (~uma semana), sabemos que as passagens de frentes frias promovem fortes alterações nos parâmetros atmosféricos, impactando diretamente os fluxos de calor de superfície e a estratificação da coluna d'água e a qualidade da água. Em adição a essas variações temporais mais lentas, corpos hídricos apresentam, também, variações em escalas de tempo diel (no decorrer do dia) e também como eventos abruptos (variações significativas em poucos minutos, ou horas). Nesse contexto, é grande a complexidade associada à amostragem das características limnológicas e ambientais para esse tipo de ambiente.



Simpósio Nacional de Instrumentação Agropecuária

São Carlos, 18 a 20 de novembro 2014

A amostragem convencional de corpos hídricos, realizada por meio de campanhas de campo e uso de embarcações, embora fundamental para uma série de aplicações pontuais e para calibração/validação de algoritmos e modelos e para caracterizar as variações de escala temporal lenta, não é viável para atender aos requisitos de amostragem desejados para uma série de aplicações científicas e práticas, abarcando todas as três faixas de períodos acima mencionadas. Além do mais, campanhas de campo são, geralmente, de grande complexidade logística, de custo elevado, e de difícil execução em regiões remotas.

Tendo por base essas condicionantes, uma equipe de pesquisadores e engenheiros do INPE desenvolveu um sistema para a coleta automática de dados ambientais para corpos hídricos com capacidade de armazenamento interno e transmissão dos dados horários em tempo quase-real via enlace de satélite. Esse sistema, denominado de SIMA (Sistema para Monitoramento Ambiental) é um conjunto de hardware e software formado por uma plataforma flutuante que é ancorada em local desejado, onde são instalados sensores, sistema eletrônico de controle, armazenamento e transmissão dos dados.

O sistema SIMA (STECH et al., 2006), detalhado abaixo, vem sendo usado num projeto piloto de pesquisa conjunto INPE/EMBRAPA Meio Ambiente/MPA no auxílio à coleta de dados ambientais e limnológicos aplicados à aquicultura. Esse projeto piloto vem sendo realizado no reservatório de Furnas (MG), com foco nas imediações do município de Guapé, local onde atividades comerciais de aquicultura em tanques rede estão em operação através de empresas e cooperativas. Apresentamos nesse trabalho alguns exemplos de séries temporais de alguns dados ambientais e de qualidade d'água coletados em diferentes pontos desse reservatório. O objetivo desse trabalho é apresentar o sistema SIMA e mostrar como essa tecnologia pode ser útil na detecção de mudanças de parâmetros de interesse para a aquicultura, assim como para melhor entender alguns processos dinâmicos e de interação reservatório-atmosfera, com impacto nessas atividades.

2. Materiais e Métodos

2.1. O Sistema SIMA

O SIMA é composto basicamente de três módulos: a) flutuador com eletrônica e sensores, b) segmento espacial, e c) banco de dados interativo. O primeiro módulo é formado por um flutuador ancorado no local desejado, projetado para ter estabilidade e robustez suficiente para suportar as condições de tempo e inibir, tanto quanto possível, ações de vandalismo. Nesse flutuador é instalada uma torre onde são afixados painéis solares para prover energia a um conjunto de baterias e garantir um balanço de energia positivo e suficiente que garanta a operação do sistema. Na torre também são instalados os sensores meteorológicos e antena para transmissão dos dados. No centro do flutuador é colocado um compartimento estanque onde estão instalados os componentes eletrônicos. Uma versão de menor tamanho e mais baixo custo (SIMA Aquicultura), somente para a coleta de dados ambientais no interior do meio líquido, sem transmissão dos dados, e somente com armazenamento interno também foi desenvolvida. Ambas as configurações são mostradas na Figura 1.

Para o SIMA principal, a partir dos dados ambientais e de engenharia do sistema, são geradas médias para as horas cheias, que vão preenchendo as posições de um carrossel de memória. A cada 90 segundos um conjunto completo dos dados horários do carrossel é transmitido. O enlace de satélite é composto pelos satélites brasileiros (SCD e CBERS) e pelos satélites ambientais da série TIROS da NOAA (National Oceanic and Atmosphere Administration) dos Estados Unidos. O enlace espacial é complementado pelas estações de recepção de dados de satélites do INPE em



Simpósio Nacional de Instrumentação Agropecuária

São Carlos, 18 a 20 de novembro 2014

Cuiabá (MT) e Alcântara (MA). Estando o SIMA e uma das estações de recepção no interior do cone de recepção dos satélites, que tem aproximadamente 5000 km de diâmetro, os dados transmitidos pelo SIMA (uplink) são captados pelos satélites, que os transmitem (downlink) para as estações de recepção. Todos os dados recebidos pelas estações de recepção do INPE são imediatamente transmitidos para o Centro Regional de Natal, onde os dados de cada plataforma são separados em arquivos específicos e disponibilizados em site ftp para acesso via Internet.

O terceiro componente do sistema SIMA é um Banco de Dados (BD), especialmente configurado para acessar automaticamente o site ftp de dados e converter os dados codificados em valores geofísicos, e disponibilizar via Internet para os usuários cadastrados. Após acessar o BD, o usuário pode escolher qual plataforma pretende examinar, qual o período e os dados que pretende visualizar. Os dados disponíveis no BD também podem ser baixados em forma de planilha para posterior análise.



Figura 1. SIMA completo, com transmissão por satélite (esquerda), e SIMA Aquicultura, somente com registro a bordo (direita).

2.2. O conjunto de sensores

Os seguintes dados meteorológicos são coletados no SIMA: radiação de ondas-curtas, temperatura do ar, umidade relativa, pressão atmosférica, magnitude e direção do vento. Todas variáveis meteorológicas são coletadas a uma altura de ~ 3m acima da superfície da água. Os dados meteorológicos são adquiridos centrados nas “horas cheias”. Temperaturas da água são coletadas também no SIMA a cada hora cheia a 2, 5, 20 e 40 m por meio de uma cadeia de termistores.

Dados coletados em comum pelo SIMA e o SIMA Aquicultura incluem temperatura da água em diferentes profundidades com frequência de dez minutos, armazenados internamente por cadeias de termistores instaladas em cada uma das plataformas. Essas cadeias contêm cerca de treze termistores cada, distribuídos ao longo da coluna d’água. Um maior adensamento de sensores é especificado nas camadas superiores, onde ocorrem as maiores flutuações de temperatura. Sondas multiparamétricas também são comuns em ambos os sistemas e os dados coletados incluem: temperatura, condutividade, oxigênio dissolvido (OD), pH, concentração de clorofila e turbidez, situados a aproximadamente 1,5 m abaixo do nível d’água.

3. Resultados e Discussão

A seguir apresentamos alguns dados obtidos por meio do conjunto dos sistemas SIMA e SIMA Aquicultura. Os locais escolhidos para instalação do SIMA principal e SIMAS Aquicultura foram definidos tendo por base aquisição de dados ambientais em locais com aquicultura média ou intensiva (P2, P3, P4, P5 e P6), e sem atividades de aquicultura (P1), para comparação (Figura 2).

Como indicado na Figura 3 (esquerda), pode-se notar que os locais monitorados podem apresentar estratificação vertical, com uma camada de superfície mais quente, acima de águas mais frias em profundidade. É também visível a variabilidade diurna (diel) nessa camada, com aquecimento e estratificação durante o dia, e mistura e esfriamento noturno. Também podemos ver que os vários locais monitorados apresentam períodos de completa mistura vertical, como nos períodos de 8 a 12 de outubro, 8 e 27 de novembro. Esses eventos de mistura foram causados por perturbações meteorológicas ou passagens de frentes frias sobre a região, que produzem alterações no campo de pressão atmosférica, na umidade relativa do ar, queda da temperatura do ar, aumento do vento de superfície e da nebulosidade, além de precipitação (não medida pelo SIMA) (Figura 3 à direita). Todas essas variações implicam em alterações nos fluxos de calor de superfície (calor sensível, latente, de ondas longas e curtas), que juntamente com o aumento da turbulência causada pelo trabalho mecânico do vento de superfície, podem promover mistura parcial ou total da coluna d'água.

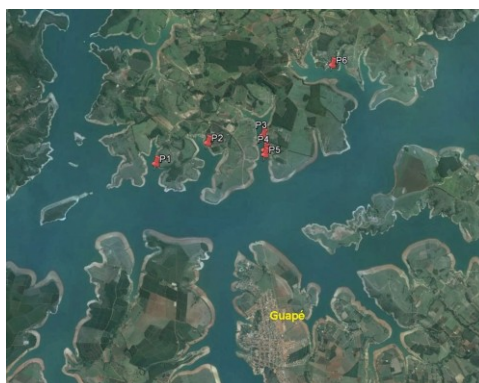


Figura 2. Localização dos sistemas SIMA instalados no reservatório de Furnas próximo ao município de Guapé (MG). P5 representa o SIMA completo; os demais pontos indicados em vermelho representam locais com o SIMA Aquicultura.

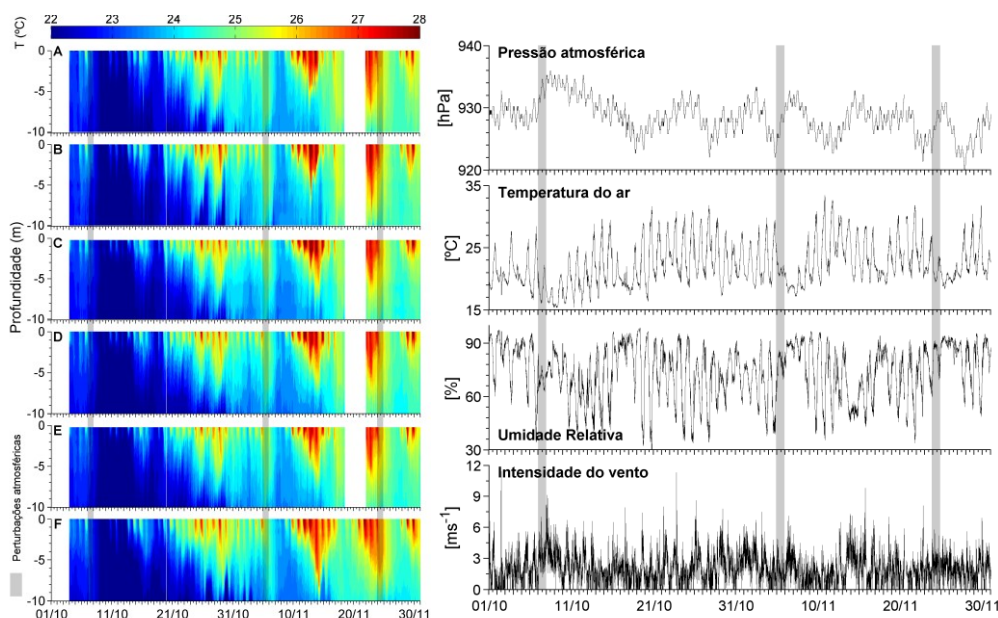


Figura 3. Distribuição vertical da temperatura até 10m (à esquerda, A-F: Plataformas 1 a 6, respectivamente) e parâmetros meteorológicos amostrados pelos SIMAs de Furnas, no município de Guapé, para o período de 01/10 a 31/11/2013. As barras verticais em cinza representam dias com eventos de perturbações atmosféricas ou de passagem de frentes frias sobre o reservatório.

A Figura 4 mostra para o período descrito as variações de pH e oxigênio dissolvido nos seis pontos de amostragem. Nos dias subsequentes às passagens de eventos meteorológicos é possível verificar uma diminuição nos valores de pH e oxigênio dissolvido na água. Essas variações podem estar associadas à ampla mistura vertical indicada acima. Fato interessante a ser notado na figura é que as séries temporais de pH e OD do ponto de controle P1 apresentam variância baixa quando comparadas aos demais pontos. Neste sítio, as variabilidades diurnas no pH e OD dominam a alta frequência; os efeitos das passagens de eventos meteorológicos podem, também, ser claramente observados. Os sítios P2, P3 e P4 apresentam elevada variância de alta frequência nos valores de pH e OD. Eventos bruscos, de forte queda no OD podem ser notados, particularmente no sítio P3. Em alguns desses casos, observa-se também uma queda significativa no pH com acidificação da água. Também é importante se notado que o sítio P6, embora tendo uma atividade intensa de produção aquícola, apresenta baixa variância em alta frequência.

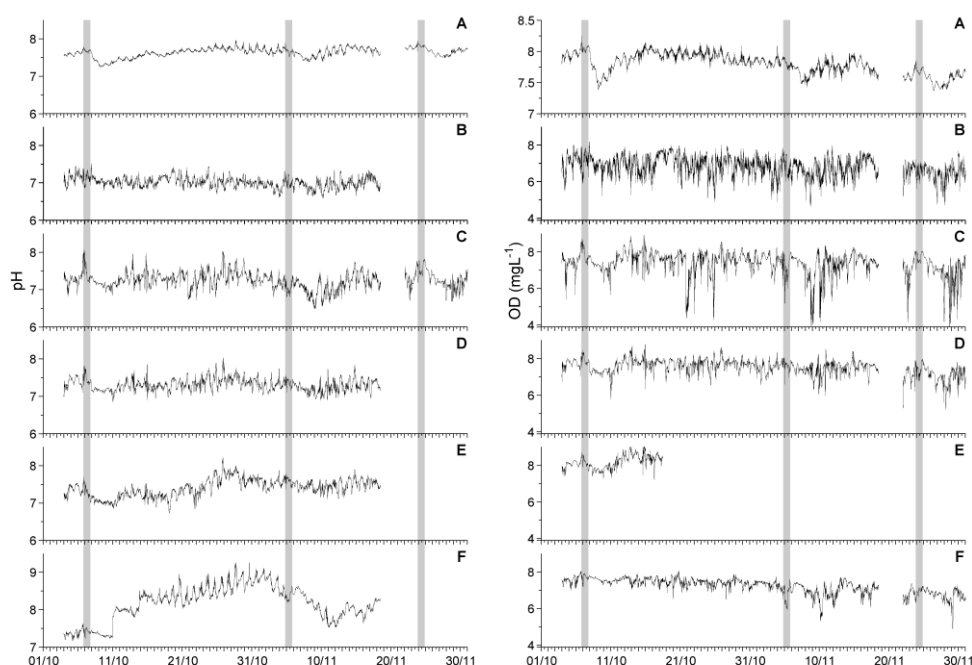


Figura 4. Variação temporal do pH (à esquerda) e oxigênio dissolvido (à direita) nas seis Plataformas (amostragem a 1,5m). A-F: Plataformas 1 a 6, respectivamente.

4. Conclusões

Parece ser evidente que as atividades de aquicultura em muito podem se beneficiar de uma disponibilidade de um monitoramento contínuo e autônomo de uma série de parâmetros ambientais meteorológicos e de qualidade d'água. Esse monitoramento, se disponibilizado em tempo real para os usuários interessados, pode servir para tomada de ações tanto preventivas como para o estabelecimento de melhores práticas de manejo. O monitoramento contínuo, podendo se estender por um período relativamente longo (alguns anos) servirá para o levantamento das variações sazonais médias ou mesmo de variações inter-anuais numa série de parâmetros cruciais para atividade. Para a garantia da qualidade dos dados, um aspecto muito importante se refere à necessidade de manutenção periódica dos sensores instalados. Alguns sensores são mais estáveis e



Simpósio Nacional de Instrumentação Agropecuária

São Carlos, 18 a 20 de novembro 2014

demandam pouca calibração enquanto que outros, como pH, OD e Turbidez necessitam de visitas de calibração praticamente a cada duas semanas. Sensores mais estáveis e mais duradouros já são comercializados, porém a limitação está em seus custos relativamente mais altos.

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer ao MPA pelo apoio ao Projeto Furnas, ao Eng. Joaquim Leão no apoio aos trabalhos de campo e ao Técnico Geraldo Mendes em nome da equipe do SEMA - INPE no desenvolvimento e construção dos flutuadores.

Referências

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 ecohydrology application in aquatic environments. *Verh. Internat. Verein. Theor. Angew. Limnol.*, v. 29, p. 1747-1750, 2006.



Simpósio Nacional de Instrumentação Agropecuária

São Carlos, 18 a 20 de novembro 2014

PARECER

- A temática do trabalho é adequada para apresentação no SIAGRO.
- Trabalho muito relevante e bem redigido. Apenas uma sugestão para melhorar a qualidade dos gráficos das Figuras 3 e 4.
- Foram feitos também alguns ajustes de formato e padronização do texto.

TRABALHO APROVADO com pequena correção