

MONITORAMENTO AUTOMÁTICO DE QUALIDADE DA ÁGUA – UMA VISÃO CRÍTICA PARA A BACIA DO RIO BARIGUI

Sérgio Michelotto Braga¹; Irani dos Santos² & Cristovão Vicente Scapulatempo Fernandes³

Resumo – A questão da gestão de recursos hídricos em bacias hidrográficas esta intrinsecamente ligada aos aspectos de monitoramento quali-quantitativos em estações de controle. Muito esforço tem-se dispendido, pelas instituições públicas envolvidas na gestão de recursos hídricos para a manutenção dos sistemas de aquisição informações nas respectivas estações de monitoramento, que envolvem desde aspectos financeiros até detalhes de manutenção física. Dentro deste contexto, a filosofia de aquisição automática não só representa uma perspectiva positiva de avaliação mais precisa de informações hidro-ambientais, como um procedimento de investigação mais contínuo das alterações físicas e químicas, diminuindo a inspeção rotineira, com a finalidade de se aumentar o conjunto informações para diferentes aspectos de diversidade hidrológica e de qualidade da água. No entanto, este aspecto marcante deve estar associado ao entendimento detalhado da arquitetura eletrônica desenvolvida para captar as contínuas variações físicas e químicas na água. Este trabalho de pesquisa destaca a motivação em se analisar eventos associados à produção de dados para estações de monitoramento, utilizando como estudo de caso, resultados de monitoramento hidro-ambiental da Bacia do Rio Barigui na Região Metropolitana de Curitiba. A principal contribuição representada por este artigo, é o de expor a necessidade de se definir mecanismos de calibração mais consistentes, para nossa realidade hidrológica, além daqueles sugeridos pelos fabricantes dos equipamentos.

Abstract – Water resources planning and management of watersheds are intrinsically related to a reliable environmental monitoring system. Significant effort has been applied, by public institutions, to maintain the acquisition system in order to guarantee its operational capability solving financial through technical issues. In such a context, the automated acquisition system, based upon automatic sensors, highlights a new perspective towered a more efficient and reliable

¹ Mestrando, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental. UFPR, Centro Politécnico Caixa Postal 19011, CEP: 81531-990, Curitiba-PR. 55-41-361-3209. sergio.dhs@ufpr.br

² Pesquisador, Centro de Hidráulica e Hidrologia Prof. Parigot de Souza. Centro Politécnico, Caixa Postal 19011, CEP:81532-990, Curitiba-PR. 55—41-361-3207.

³ Professor Adjunto. Departamento de Hidráulica e Saneamento, UFPR, Centro Politécnico Caixa Postal 19011, CEP: 81531-990, Curitiba-PR. 55-41-3613142. cris.dhs@ufpr.br.

for a continue monitoring of physical and chemical parameters. Despite that, this significant philosophical approach requires a detailed understanding of the electronic probing process in order to capture the physical and chemical changes of water flow. This research intends to analyze events related to the data acquisition by automatic monitoring system of Barigui River in the Metropolitan area of Curitiba. The main contribution is to assess the mechanisms for a more consistent calibration and operation procedure than the ones required by the equipment manufacturers.

Palavras-chave – monitoramento automático, sensores de quantidade e de qualidade da água, e análise de dados

INTRODUÇÃO

O mecanismo da aquisição de dados relacionados à qualidade da água em bacias hidrográficas tem se mostrado digno de estudo mais aprofundado. A busca de um maior conhecimento sobre os fenômenos envolvidos depende de um processo de amostragem capaz de registrar episódios de curta duração. De uma maneira mais específica, entende-se em estabelecer melhores informações para calibração de modelos hidrológicos e de transporte de sedimentos em bacias hidrográficas e modelos de qualidade da água em rios, reservatórios e lagos.

O desenvolvimento de novas tecnologias na área da informática e o seu conseqüente barateamento tornou possível o registro automático de diversos parâmetros. O nível da coluna de água, o oxigênio dissolvido, a condutividade, a turbidez, o pH e a temperatura são exemplos de parâmetros que podem ser monitorados continuamente ou em intervalos regulares de alguns minutos, o que poderia, presumidamente, fornecer um retrato da qualidade da água no ponto a ser estudado.

Entretanto, a operação dos equipamentos necessários ao monitoramento automático tem apresentado dificuldades que tornam difícil a utilização dos dados produzidos. É dentro deste contexto que se insere esta pesquisa: a de permitir uma visão crítica a partir da experiência com o uso de estações automáticas de monitoramento da qualidade da água e as inerentes dificuldades associadas à obtenção de dados confiáveis, utilizando-se como estudo de caso a bacia do rio Barigui, na região metropolitana de Curitiba – PR. Fica evidente, após a análise dos dados coletados, a necessidade de se entender os processos eletrônicos de configuração da arquitetura dos sensores que possibilitem uma eficaz reprodução da realidade física e química de um corpo de água.

A BACIA DO RIO BARIGUI

A bacia do rio Barigui localiza-se na Região Metropolitana de Curitiba e drena até a sua foz 260 km² em uma extensão de 66 km. As suas nascentes situam-se no município de Almirante Tamandaré e sua foz no rio Iguaçu na divisa entre os municípios de Araucária e Curitiba, como ilustram as figuras 1 e 2, a seguir. Um aspecto interessante a ser ressaltado está na relevância ambiental que se configura a partir dos mecanismos de degradação em função dos processos de uso e ocupação do solo os quais impõem alterações de quantidade e qualidade da água que requerem um monitoramento mais detalhado, só possível através de sensores automáticos.

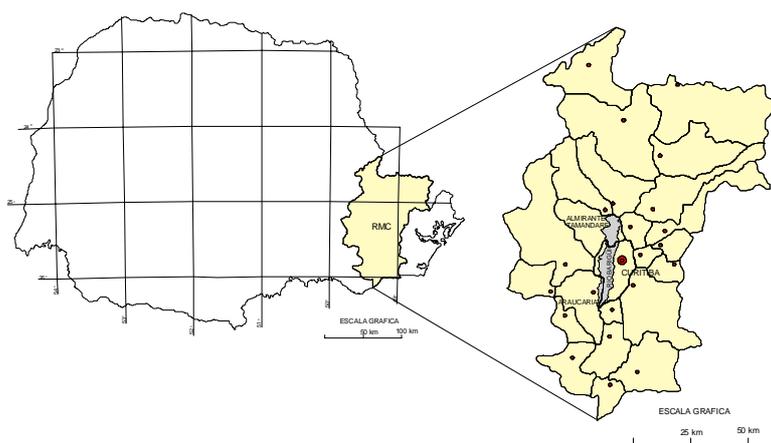


Figura 1: Localização da Bacia do Rio Barigui

MONITORAMENTO AUTOMÁTICO NA BACIA DO RIO BARIGUI

O processo de aquisição de informações hidro-ambientais baseia-se em equipamentos capazes de monitorar diversos parâmetros e armazenar os resultados das medidas em memória eletrônica. Tais equipamentos são conhecidos como "*data-loggers*". Peça fundamental das estações automáticas de monitoramento, os "*data-loggers*" são capazes de armazenar dados coletados durante algumas semanas ou alguns poucos meses, dependendo do intervalo de tempo entre medições subsequentes. Sensores específicos para cada parâmetro a ser monitorado são conectados aos diversos canais de registro dos "*data-loggers*". Cada um dos sensores fornece uma determinada resposta eletrônica ao estímulo recebido quando do contato com a água. As respostas são registradas periodicamente para, posteriormente, serem traduzidas em valores numéricos quando se faz a coleta dos dados armazenados, com auxílio de um computador portátil.

Uma questão relevante no contexto da aquisição automática de informações hidro-ambientais está justamente nos procedimentos de calibração e manutenção dos sensores eletrônicos. A literatura especializada não evoluiu muito além das recomendações do fabricante, que em muitas vezes, não consideram as especificidades do local onde se implementará as estações. Uma das

referências em evidência, produzida pela U.S. Geological Survey (2000), compila as principais instruções e recomendações para a operação e manutenção visando o monitoramento contínuo de qualidade da água, indicando instruções desde a seleção de local para o monitoramento até aspectos relacionados à calibração e validação dos dados coletados. No entanto, critérios e exemplos específicos para a natural extensão à realidade dos rios Brasileiros não é evidente, ficando um hiato na literatura que consolida a principal argumentação para a motivação deste artigo.

Numa outra aplicação, Pendlebury (2000) destaca a importância da calibração de sensores de pressão para redes de distribuição de água, sem, no entanto, explorar as reais condições para a calibração dos sensores, aluz da topologia da rede e suas condições hidráulicas. Mais recentemente, Hargesheimer (2002) produz uma interessante revisão sobre aspectos de monitoramento em tempo real para empresas de água, explorando aspectos conceituais de monitoramento eletrônico. No entanto, os aspectos inerentes de calibração e manutenção, também não foram expostos de forma clara. Entende-se, portanto, que uma visão crítica mais detalhada destes aspectos, a luz da experiência sendo adquirida com as estações automáticas do rio Barigui, deve propiciar elementos para um melhor entendimento da realidade física, química e biológica de um corpo de água..

Quatro estações automáticas de monitoramento foram montadas na bacia do rio Barigui, a partir do final de 2001 (CEHPAR, 2002) para produzir dados referentes à quantidade e qualidade da água neste rio. Estas estações estão localizadas em Almirante Tamandaré (P1), Parque Tingui (P2), Parque Barigui (P3) e Piá Ambiental Fazendinha (P4), conforme indicados na figura 2, a seguir.

Os equipamentos instalados nestas estações foram fornecidos pela empresa americana Global Water Inc. A tabela 1, a seguir, resume a configuração inicial para todas as estações. Esta configuração foi mantida até a presente data, a não ser pela substituição do sensor de nível da estação Tamandaré (P1), o qual entrou em pane em março de 2002.

Tabela 1: configuração das estações automáticas de monitoramento do rio Barigui. (*) substituído em março de 2002 pelo modelo PTX 1830, fabricado pela Druck Incorporation.

Estação	Sensor de nível modelo WL300 (canal 1)	Sensor de Temperatura modelo. WQ101 (canal 2)	Sensor de pH modelo WQ201 (canal 3)	Sensor de Condutividade modelo WQ301 (canal 4)	Sensor de Oxigênio Dissolvido Modelo WQ401 (canal 5)	Pluviômetro eletrônico modelo (canal contador 9)
Tamandaré	• (*)	•	•	•	•	•
Pq. Tingui	•	•	•	•	•	•
Pq. Barigui	•	•	•	•	•	•
Piá Ambiental Fazendinha	•	•	•	•	•	•

A primeira estação a entrar em operação foi a que está localizada em Almirante Tamandaré (P1) a qual começou a registrar dados em 24/12/2001. As outras foram sendo montadas progressivamente até que em meados de 2002 todas as estações estavam operando normalmente.

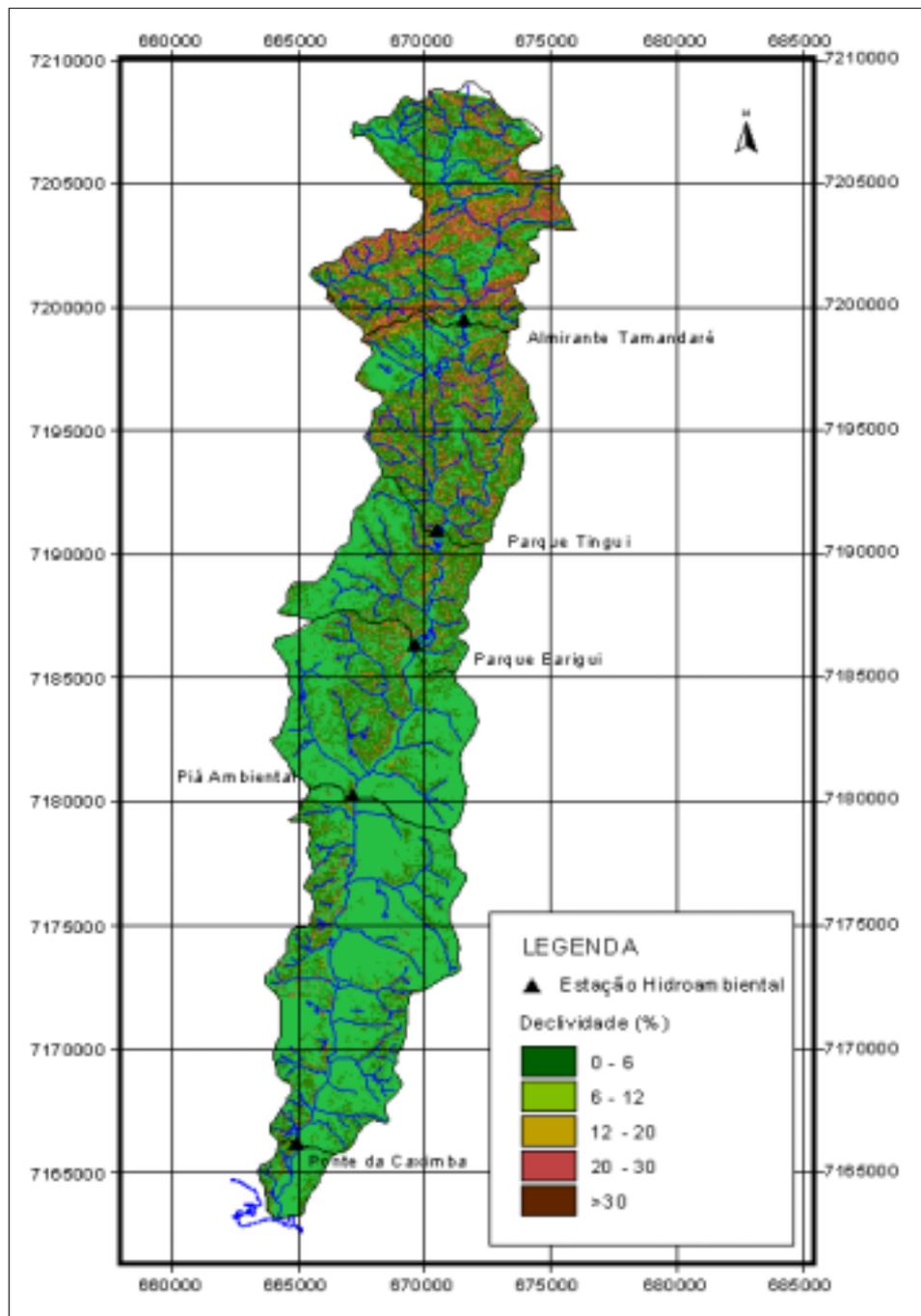


Figura 2 – Localização das Estações Automáticas

RESULTADOS

Comparação dos dados medidos e observados

Embora todos os procedimentos de instalação e operação das estações tenham sido cuidadosamente seguidos, tendo ainda que os equipamentos foram calibrados em laboratório (CEHPAR, 2002), a coleta de dados revelou diferenças significativas e entre valores registrados pelos "data-loggers" e as medições efetuadas manualmente quando das visitas programadas para a coleta dos dados armazenados (fig 3). Pode-se observar, para a estação P1 de Almirante Tamandaré, diferenças relativas variando entre um mínimo de 32% (10/04/02) até um máximo de 67% em (01/02/02), para valores de oxigênio dissolvido.

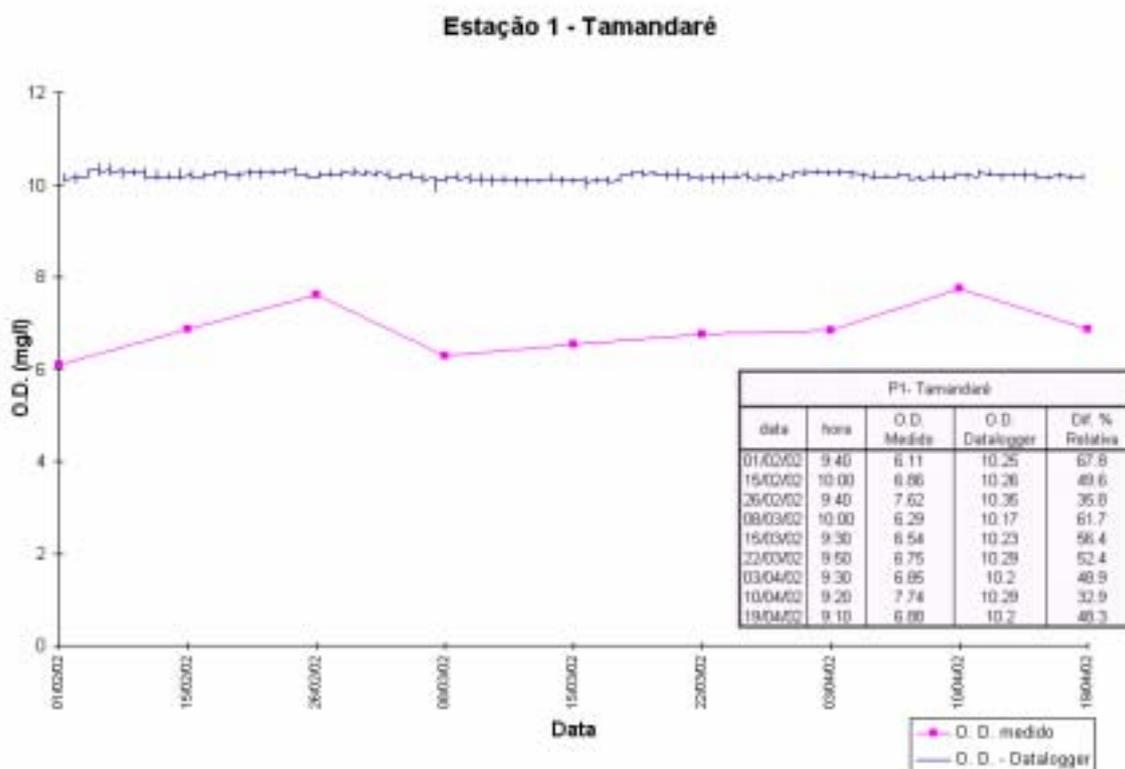


Figura 3 – Diferença entre O.D. medido e lido no Datalogger

Comparando-se valores de pH, para a mesma estação de controle, observam-se diferenças que variam de um mínimo de 24% a 58%, como indicados na figura 4, a seguir. Mesmo para medidas consideradas simples e com um sensor teoricamente mais robusto, ocorrem diferenças significativas como indicados na figura 5, a seguir, com erros relativos de 6 a 10% .

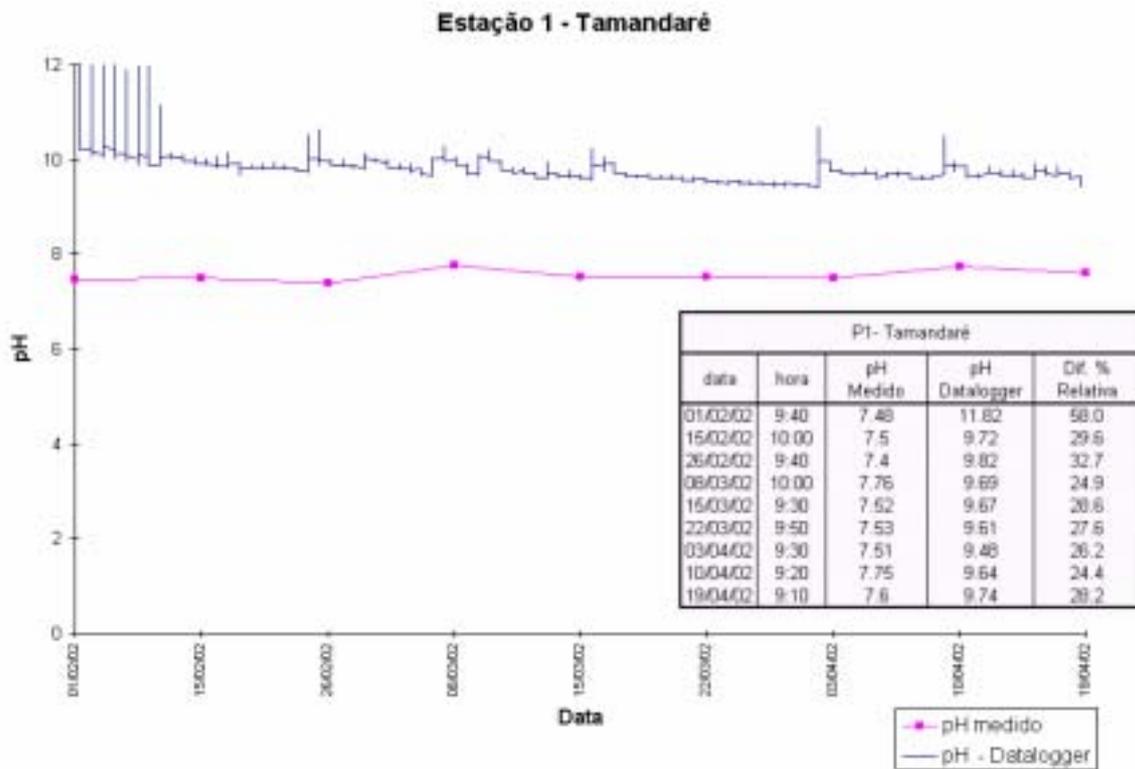


Figura 4 – Diferença entre valores de pH medidos e coletados pelo Datalogger.

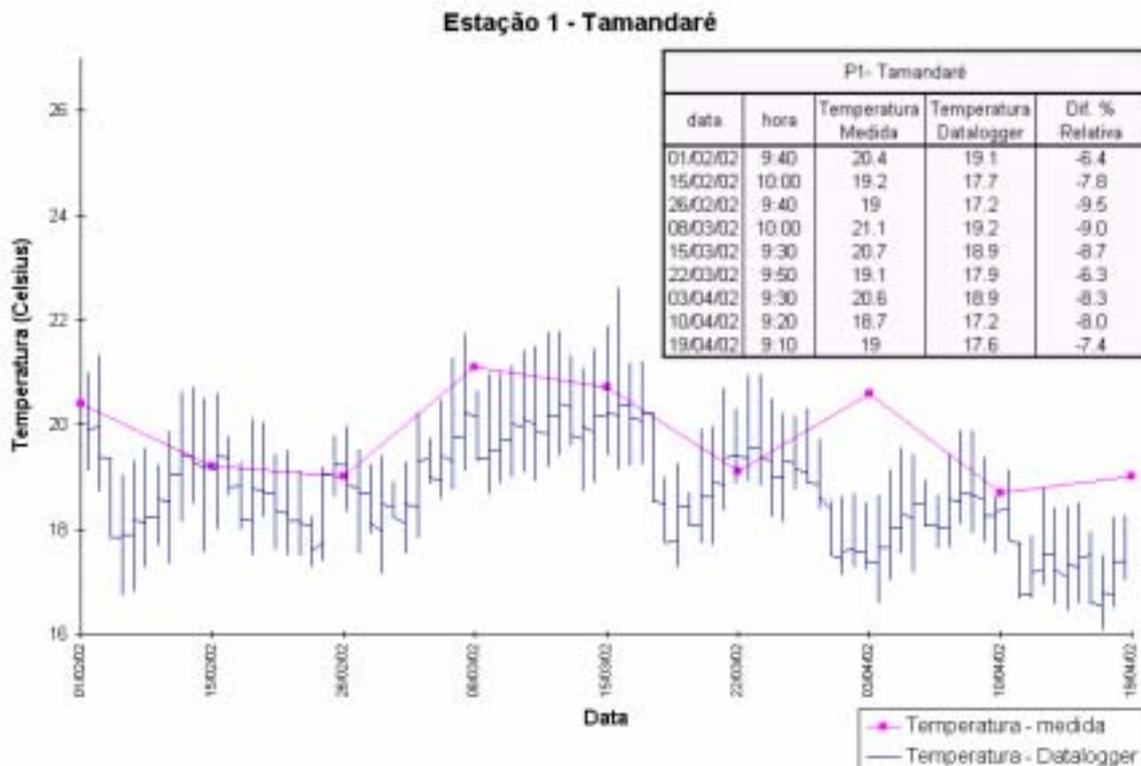


Figura 5 – Diferença entre os valores de temperatura medidos e coletados pelo Datalogger.

Fica evidente a significativa diferença entre os valores medidos e os coletados nas atividades de campo para as datas especificadas. Mesmo tendo-se seguido as recomendações de calibração do fabricante, não se tem ainda elementos para o claro entendimento da razão de tais diferenças, quando se esperava que por razões de calibração de campo, estas não fossem significativas.

Análise de eventos fisicamente inverossímeis

Uma segunda abordagem de observação, consiste em se apresentar o monitoramento contínuo de nível d'água e oxigênio dissolvido para a estação de Almirante Tamandaré. É interessante observar: o registro de valores muito elevados para o pH; registros de oxigênio dissolvido além do limite de saturação; grande variação dos valores de nível; mudanças bruscas de patamar médio de medição, entre outros resultados pouco prováveis (figs. 6 e 7). Claramente, os resultados apresentados evidenciam a necessidade de controle rigoroso de qualidade dos dados obtidos.

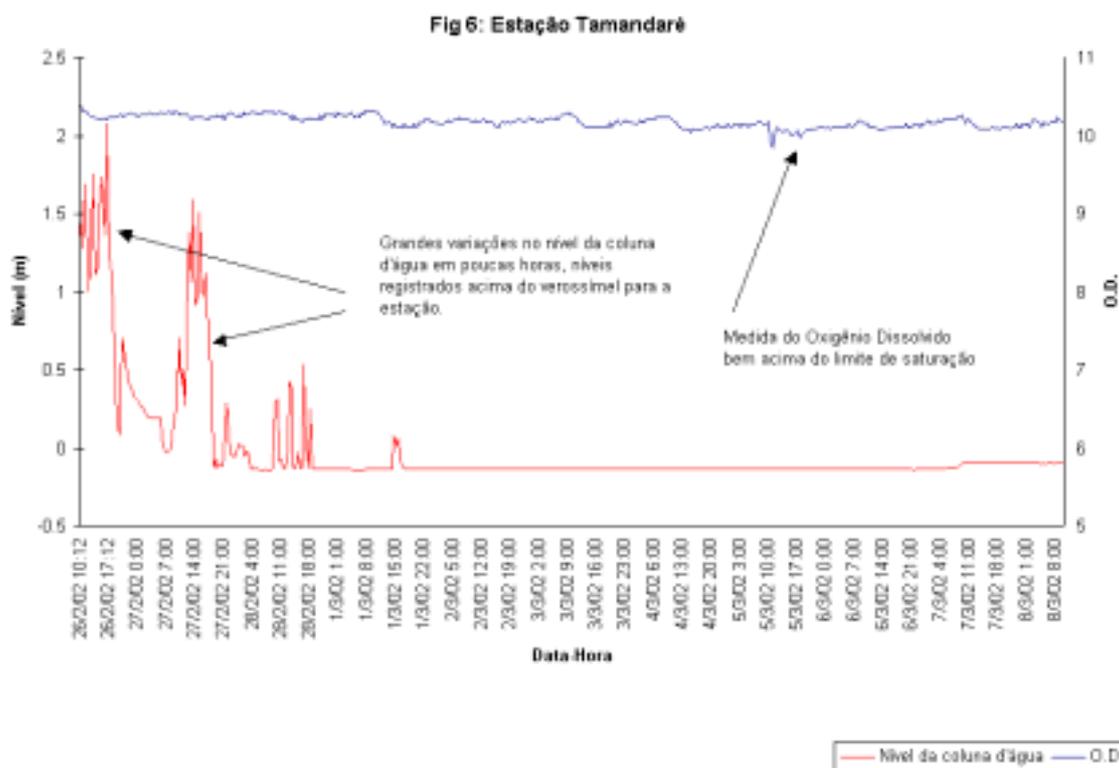


Figura 6 – Variações bruscas no nível da coluna d'água e patamares de leitura para Oxigênio Dissolvido fisicamente inverossímeis.

Fig 7: Estação Tingui

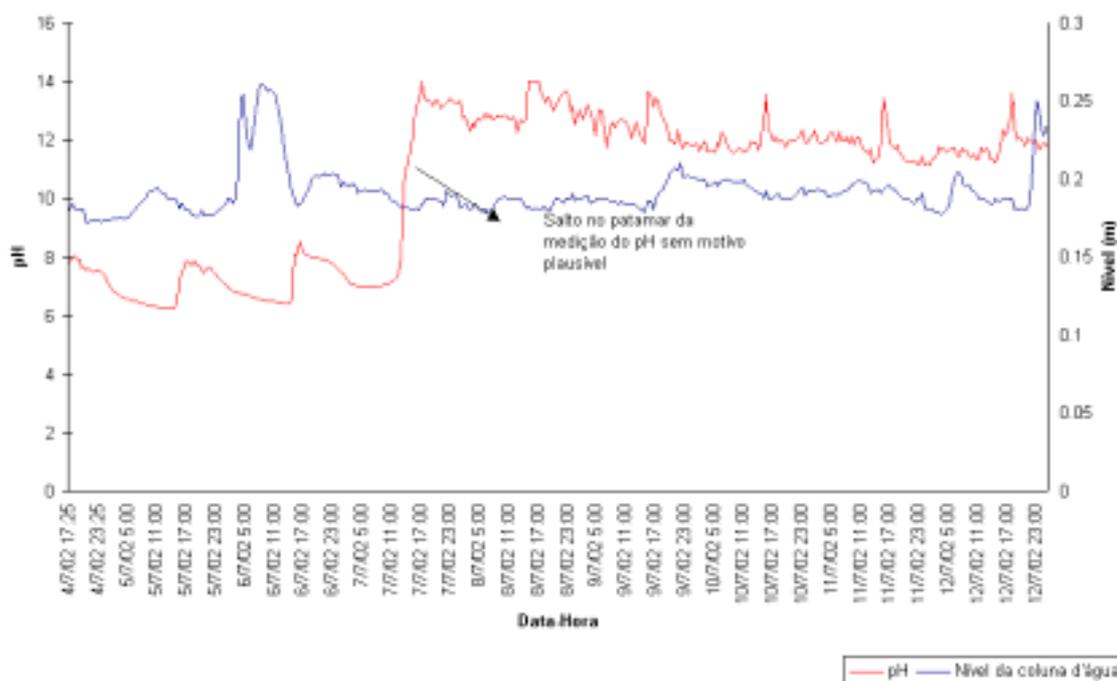


Figura 7 – Variação brusca no patamar do pH, sem explicação.

Eventos, como os registrados acima, têm sido relatados extra-oficialmente por vários operadores de instituições públicas que lidam com monitoramento de informações hidro-ambientais, sem, no entanto, uma discussão mais aprofundada, pelo menos na literatura especializada nacional, das razões das possíveis diferenças.

ANÁLISE CRÍTICA

A operação das estações automáticas tem se mostrado difícil e desafiadora porque os dados gerados a partir deste tipo de equipamento, ocasionalmente ou sistematicamente, não refletem a realidade física e química esperada, como indicados através dos exemplos coletados dentro da Bacia do Rio Barigui. Entre os motivos sugeridos para as prováveis causas desta incoerência entre valores medidos e coletados, e não mencionados na literatura, alguns valem ser destacados:

- O acúmulo de resíduos e sedimentos (lodo) sobre os sensores pode estar causando erros de medição. É necessário determinar a importância, a necessidade e, se for o caso, a frequência mais correta para a limpeza dos sensores.
- Variações térmicas no corpo aquático e na atmosfera podem estar produzindo diferenças nas medições de outros parâmetros, fato este verificado, preliminarmente, em ensaios de laboratório (Braga, 2003);

- Necessidade de calibração “em campo”, nas condições reais de operação dos equipamentos.
- Definição de metodologia de calibração para os sensores em operação. Para cada visita em que for efetuada a coleta de dados poderá ser necessária a calibração dos sensores a partir de uma análise dos dados coletados que precisaria ser feita no local.
- Interferência no processo de medição causada pela proximidade entre sensores – fato este que foi sugerido especialmente após a observação em laboratório de eventos que sugerem este efeito, principalmente entre os sensores de pH e Condutividade (Braga, 2003).
- Presença de interferentes externos – umidade, insetos, fungos e outros possíveis interferentes já observados dentro das instalações dos “*data-loggers*”.

No presente trabalho de pesquisa, vislumbra-se uma quantidade significativa de perguntas, cujas respostas estão muito além das especificações de instalação e operação dos equipamentos definidas nos respectivos manuais. Urge, portanto, a necessidade de uma abordagem sistemática e investigativa para determinar a relevância de cada hipótese.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como não existe até a presente data uma outra maneira de se produzir estudos mais aprofundados sobre fenômenos de curta duração relacionados à qualidade da água em bacias hidrográficas que não seja através do uso de estações automáticas, um estudo mais aprofundado sobre o uso deste tipo de equipamento se impõe. Quaisquer outras alternativas são limitadas pelos custos da manutenção e deslocamento do pessoal técnico necessário à produção de tamanha quantidade de dados.

Portanto, é imprescindível que se estude os mecanismos geradores dos desvios observados nos equipamentos em operação, de forma a permitir uma visão mais abrangente da realidade que cerca o uso destes dispositivos.

Tal estudo envolve a análise mais detalhada da tecnologia do sistema de aquisição, de tal sorte a se produzir instruções para a sua operacionalidade diante das especificidades da realidade brasileira em termos de quantidade e qualidade da água. É provável que seja necessário efetuar modificações nos manuais de instalação e uso dos equipamentos para que, desta forma, sejam adaptados à nossa realidade.

É também possível que seja necessária a adaptação eletrônica dos circuitos, ou, pelo menos, que uma maior compreensão dos mecanismos eletrônicos de medição possa fornecer subsídios para uma compensação dos erros que estão sendo observados.

AGRADECIMENTOS

Este projeto é fruto de uma parceria entre o Departamento de Hidráulica e Saneamento da UFPR e do CEHPAR – Centro de Hidráulica e Hidrologia Prof. Parigot de Souza. Um agradecimento especial aos Profs. Ralph Groszewicz e Eloy Kaviski, ambos do CEHPAR, pelo incentivo e apoio à execução das atividades compiladas neste projeto. Recursos financeiros são da FINEP/CNPq, através do fundo setorial CT-Hidro.

REFERÊNCIAS

- Braga, S. M. (2003)** – Avaliação, desempenho e viabilidade técnica do uso de sensores automáticos para avaliação da qualidade da água do Rio Barigui. Projeto de Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental
- CEHPAR (2002)**. Relatório Final da Bacia do Rio Barigui. **FINEP/RECOPE**.
- Hargesheimer, E. (2002)**. Online Monitoring for Drinking Water Utilities, American Water Works Association.
- Pendlebury, M., 1998**, Sensors, Pipelines and Intelligent Decision Making. Thesis for the degree of Master of Applied Science Graduate, Department of Civil Engineering, University of Toronto.
- USGS (2000)** – Guidelines and Standard Procedures for Continuous Water-Quality Monitors: Site Selection, Field Operation, Calibration, Record Computation, and Reporting.