



## Simpósio Nacional de Instrumentação Agropecuária

São Carlos, 18 a 20 de novembro 2014

### ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE SONDAS MULTIPARAMÉTRICAS PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA FINS AGROAMBIENTAIS

*L. M. S. Sales<sup>1</sup>, R. B. Prado<sup>2</sup>, A. O. Gonçalves<sup>3</sup>,*

(1) Aluno do CEFET/RJ, Avenida Maracanã, 229, 20271-110, Rio de Janeiro, RJ, lucasantosales@ globo.com

(2) Pesquisadora da EMBRAPA SOLOS, Rua Jardim Botânico, 1024, 22460-000, Rio de Janeiro, RJ, rachel.prado@embrapa.br

(3) Pesquisador da EMBRAPA SOLOS, Rua Jardim Botânico, 1024, 22460-000, Rio de Janeiro, RJ, alexandre.ortega@embrapa.br

**Resumo:** Perante a situação atual de degradação dos corpos hídricos, principalmente nas áreas mais populosas do país, fica evidente a necessidade de um monitoramento eficaz da qualidade das águas dos rios, lagos e outros, que no presente estudo está conectado aos impactos das atividades antrópicas, com destaque às agropecuárias na qualidade da água. Neste sentido, as sondas multiparamétricas tem grande aplicação, uma vez que podem ser instaladas em campo permitindo um monitoramento contínuo e eficaz, poupando-se tempo e recursos. Visando contribuir na identificação da sonda mais adequada para o tipo de monitoramento que se pretende e recursos disponíveis, foi proposto o presente estudo, que tem por objetivo fazer um levantamento e análise comparativa das sondas multiparamétricas para avaliação da qualidade da água disponíveis no mercado. Destaca-se que há uma escassez de trabalhos publicados na literatura que façam este tipo de análise. Especificamente foi feita uma análise comparativa para as principais sondas disponíveis no mercado em relação à quantidade de parâmetros que analisam, o seu custo-benefício, as oportunidades de assistências técnicas no Brasil em relação a cada uma delas, a capacidade de comunicação não só com programas específicos, mas também com Dataloggers (coletores de dados), alimentação energética das sondas, a facilidade de manutenção e calibração, dentre outros fatores. Os resultados mostram os parâmetros mais usados no monitoramento da qualidade da água, as vantagens e desvantagens em se utilizar sondas multiparamétricas e os principais cuidados que se devem tomar quando se está utilizando estas sondas.

**Palavras-chave:** sondas multiparamétricas, monitoramento, qualidade da água, custo-benefício.

#### **COMPARATIVE ANALYSIS OF MULTIPARAMETER PROBES TO ASSESSMENT OF WATER QUALITY TOWARD AGRICULTURE AND ENVIRONMENTAL PURPOSES**

**Abstract:** Attentive to the current situation of degradation of water bodies, especially in the most populated areas, it is evidential necessary an effective monitoring of water quality in the rivers, lakes and other, which in this study is related to the impacts of human activities emphasizing agricultural water quality. In this regard, multiparameter probes has a wide application since it can be installed in the environmental field allowing continuous and effective monitoring, which saves time and funds. This paper intent to contribute identifying the suitable probe for the desired monitoring and available funds, and it also aims to survey and do a comparative analysis of the multiparameter probes to evaluate the water quality available on the market. It is noteworthy that there is not a lot of published literature that makes this type of analysis. Specifically, was made a comparative analysis with some probes available on the market aiming the capacity of parameters to be sampled, cost-effectiveness, technical assistance assessment in Brazil, communicate not only



using specific programs, but also with Dataloggers (data collectors), type of power supply, easiness maintenance and calibration, among others. Results show that most used parameters in the water quality monitoring, advantages and disadvantages of using multiparameter probes and the ones most-used in agro-environmental studies, but also the carefulness care while using these probes.

**Keywords:** multiparameter probes, monitoring, water quality, cost-effective.

## 1. Introdução

Diversos são os fatores que levam a deterioração da qualidade da água podendo ser suas fontes classificadas em pontuais e difusas. As fontes pontuais correspondem, essencialmente, aos efluentes domésticos e industriais, já as difusas incluem os resíduos provindos principalmente da agricultura (fertilizantes, herbicidas, inseticidas, fungicidas, entre outros). Este tipo de poluição pode ser intensificado devido a irrigação, à compactação do solo derivada da mecanização, ao desflorestamento (inclusive de mata ciliar), à ausência de práticas conservacionistas do solo, aos processos erosivos, além da interferência de fatores naturais (geologia, geomorfologia, declividade, pedologia, forma e densidade de drenagem da bacia hidrográfica, regime de chuvas, permeabilidade do solo e outros). A situação parece grave visto que existem estimativas (LOAGUE et al., 1998) de que, aproximadamente, de 30 a 50% dos solos da Terra estejam afetados por poluentes provindos de fontes difusas os quais atingem os cursos d'água gradativamente (PRADO, 2004).

Para acompanhar o processo de degradação da qualidade da água e propor medidas mitigadoras, é necessário um monitoramento. Os sistemas de monitoramento de qualidade da água podem ser definidos como esforços direcionados a obter informações qualitativas a respeito das características físicas, químicas e biológicas da água, via amostragens dos corpos d'água (SANDERS et al., 1983). Para se estabelecer um sistema de monitoramento, primeiramente é preciso estar bem claro o objetivo, selecionando assim os parâmetros adequados.

Os parâmetros se relacionam às diversas substâncias e características existentes na água, que são necessárias para a existência dos seres vivos, mas que em excesso devido às fontes de poluição pontual e difusa podem se tornar prejudiciais ao meio ambiente, fauna aquática e ser humano (PARRON, MUNIZ, PEREIRA, 2011).

Como o monitoramento costuma ser trabalhoso dispendendo de tempo, deslocamento e custo elevado das análises laboratoriais, o mercado internacional e nacional disponibiliza na atualidade diversos tipos e marcas de sondas que facilitam o monitoramento. Estas possuem diversos tipos de sensores e a possibilidade de análise *in situ* de diversos tipos de parâmetros de qualidade da água, que vão desde a simples temperatura da água até a ficoeritrina existente nas cianobactérias, que trata-se de parâmetro mais sofisticado, evitando deslocamento e análises laboratoriais, bem como permitindo a obtenção de dados em tempo real. Embora exista essa amplitude de escolha de sensores e parâmetros os principais parâmetros que são utilizados atualmente para a análise qualitativa da água são a temperatura, o pH, a turbidez, o oxigênio dissolvido na água, a condutividade elétrica (CE), os sólidos totais dissolvidos (STD) e a salinidade.

No entanto, ao se optar por fazer um monitoramento da qualidade da água a partir de uma sonda multiparamétrica, é preciso verificar muitos fatores tais como: a capacidade de parâmetros analisados, custo-benefício, disponibilidade de assistência técnica no Brasil, a comunicação não só com programas específicos, mas também com Dataloggers (coletores de dados), formas de alimentação elétrica das sondas, facilidade de manutenção e calibração, dentre outros fatores.

Os objetivos do presente estudo foram levantar as informações técnicas de sondas multiparamétricas para avaliação da qualidade da água, compará-las e contribuir com a escolha do



equipamento mais adequado ao tipo de monitoramento pretendido e recursos disponíveis.

## 2. Materiais e Métodos

Nesta etapa foi feito um levantamento bibliográfico na base Scopus de quais sondas multiparamétricas tem sido mais utilizadas em trabalhos científicos com aplicação na agricultura e meio ambiente e percebeu-se a pouca disponibilidade de trabalhos relatando essas sondas. Apesar da existência de trabalhos citando as sondas poucos ou nenhum faziam a comparação entre elas.

A comparação foi feita entre as sondas dos seguintes fabricantes: Hydrolab (Ott); YSI; Teledyne ISCO; Onset; Intellitectwater.

Os fatores utilizados na comparação foram: Capacidade de adição de sensores e conseqüentemente de parâmetros, o custos de aquisição, a forma de alimentação elétrica, a capacidade de comunicação com Dataloggers (coletores de dados), a capacidade de telemetria, a possibilidade de assistência técnica no Brasil e vantagens e desvantagens específicas.

Contatou-se empresas fornecedoras em busca de uma base de valores para suas respectivas sondas com sensores dos principais parâmetros da análise qualitativa da água (pH, turbidez, temperatura, oxigênio dissolvido, CE, STD e salinidade).

## 3. Resultados e Discussão

As sondas analisadas são capazes de fazer a leitura dos seguintes parâmetros: temperatura, turbidez, pH, oxigênio dissolvido (óptico e polarográfico), nível e profundidade, Potencial Redox do oxigênio (ORP), condutividade, salinidade, resistência, sólidos totais dissolvidos (STD), sólidos totais suspensos (STS), gases totais dissolvidos (GTD), nitrato, amônia, cloreto, algas totais (clorofila+algas verdes e azuis)-ficocianinas e ficoeritrinas, clorofila, ficoeritrina e ficocianina presentes nas ciano bactérias, matéria orgânica dissolvida por fluorescência (fDOM), rodamina, luz ambiente, vazão, pressão, cor e gravidade específica do mar (GEM). Na tabela 1 é possível observar a relação de parâmetros que se pode analisar *in situ*, segundo cada sonda analisada. Embora exista essa amplitude de escolha de parâmetros, os principais utilizados atualmente para a análise qualitativa da água são a temperatura, o pH, a turbidez, o oxigênio dissolvido na água, a condutividade elétrica (CE), os sólidos totais dissolvidos (STD) e a salinidade.

A sonda 2 se trata de uma sonda mais simples porém tem a capacidade de leitura de todos os principais parâmetros utilizados na análise da qualidade da água, já a sonda 6 se trata de uma sonda mais robusta e deve ser instalada em um ducto pressurizado.

Tabela 1. Parâmetros analisados pelas sondas.

Parâmetros lidos	Sonda 1	Sonda 2	Sonda 3	Sonda 4	Sonda 5	Sonda 6
Temperatura	P	P	P	P	P	P
Turbidez	P	P	P	P	P	P
pH	P	P	P	P	P	P
Oxigênio dissolvido (Óptico)	P	I	P	P	P	I
Oxigênio dissolvido (polarográfico)	P	P	I	I	I	P
Nível e profundidade	(0-100m)	(0-100m)	(0-100m)	(0-15m)	I	I
ORP	P	P	P	P	P	P
Condutividade	P	P	P	P	P	P
Salinidade	P	P	P	P	P	I



## Simpósio Nacional de Instrumentação Agropecuária

São Carlos, 18 a 20 de novembro 2014

Resistência	P	I	I	I	P	I
STD	P	P	P	P	P	I
STS	I	I	P	I	I	I
GTD	P	I	I	I	I	I
Nitrato	P	I	P	I	I	P
Amônia	P	I	P	I	I	P
Cloreto	P	I	P	I	I	I
Fluoreto	I	I	I	I	I	P
Algas totais	I	I	P	I	I	I
Clorofila	P	I	I	I	I	I
Ficoeritrina	P	I	I	I	I	I
Ficocianina	P	I	I	I	I	I
fDOM	I	I	P	I	I	I
Rodamina	P	I	I	I	I	I
Luz ambiente	P	I	I	I	I	I
Vazão	I	I	I	I	I	P
Pressão	I	I	I	I	I	P
Cor	I	I	I	I	I	P
GEM	I	I	I	I	P	I

# “P” significa que a sonda tem a possibilidade da leitura daquele parâmetro e “I” que é impossível à ela ler aquele respectivo parâmetro; No caso do parâmetro “Nível e profundidade” foi colocado somente a amplitude possível da sonda ou a impossibilidade dela em ler o parâmetro.

Por fim, na tabela 2, é possível verificar a comparação dos custos das diversas sondas, sem identificação dos fornecedores. Para esta análise comparativa do orçamento, considerou-se a leitura dos seguintes parâmetros: pH, turbidez, temperatura, oxigênio dissolvido, CE, STD e salinidade.

Tabela 2. Estimativa de custos das sondas analisadas.

	Sonda 1	Sonda 2	Sonda 3	Sonda 4	Sonda 5	Sonda 6
Valor	50.714,91	31.090,69	31.182,45	29.055,20	36.120,00	65.000,00
Data do orçamento	26/08/2014	01/09/2014	03/09/2014	03/09/2014	03/09/2014	04/09/2014

#Os valores se encontram em reais e se referem a estimativas e dados de câmbio do dia.

Devido ao alto custo do equipamento tê-lo em local que possa ser avariado ou danificado é um risco que não se deve correr na utilização das sondas multiparamétricas. É aconselhável então que as sondas sejam colocadas ou em local de segurança com os devidos cuidados de instalação do pra que a sonda não se perca ou que as leituras sejam feitas somente em períodos de tempos específicos para maior segurança.

As sondas 1, 2, 3, 5 e 6 possuem a possibilidade de assistências técnicas em território brasileiro já a sonda 4 não tem essa possibilidade e assim em caso de dano é necessário envia-la ao exterior para o reparo técnico

A sondas 1, 2, 3, 4 e 6 permitem a coleta e transmissão de dados via telemetria.

Os sensores de pH, condutividade e temperatura tem valores mais confiáveis no longo prazo, porém os medem íons tem uma variação maior e por isso precisam ser calibrados constantemente.

Com exceção das sondas 4 e 6, as demais se energizam com 12 Volts com possibilidade de conexão com adaptadores AC de 110~220 V, conexões com baterias, em cabos SDI12 e/ou pilhas.



## Simpósio Nacional de Instrumentação Agropecuária

São Carlos, 18 a 20 de novembro 2014

As sondas 1, 2, 3 e 5 tem a capacidade de descarregar seus dados através de cabos SDI12 em Dataloggers (coletores de dados) enquanto as sondas 4 e 6 não tem essa capacidade podendo somente fazer comunicação através de um programa específico em um computador ou em um equipamento específico da empresa fabricante.

### 4. Conclusões

- As sondas apresentam entre si diferenças dimensionais, de implantação e quanto a capacidade de leitura de determinados parâmetros e também de custos.
- Os parâmetros mais comumente analisados são: a temperatura, o pH, a turbidez, o oxigênio dissolvido na água, a condutividade elétrica, os sólidos totais dissolvidos e a salinidade;
- As vantagens de se utilizar sondas multiparamétricas são o fato delas terem uma leitura direta dos parâmetros sem necessidade de análises laboratoriais e as possibilidades de registro de dados em locais por um grande período de tempo;
- As desvantagens em se utilizar sondas multiparamétricas são: calibrações que dependendo do sensor e da sonda podem ser pouco amigável para usuários não avançados, dificuldades práticas em se instalar as sondas em rios e lagos, por exemplo, riscos vandalismo ao se instalar a sonda em local que possa sofrer com problemas de segurança e enxurradas.
- Os principais cuidados a serem levados em conta ao se optar por utilizar sondas multiparamétricas para avaliar a qualidade da água para fins agroambientais são: O cuidado ao se transportar uma sonda, a maneira de se fazer a calibração da sonda para que esta não ocorra incorretamente, seguindo expressamente os passos da empresa e o local a se instalar a sonda para que seja adequado segundo a sonda.

### Agradecimentos

Agradecemos a parceria entre a EMBRAPA-solos e as universidades alemãs de Jena, Leipzig e Colonia entre 2010 e 2013 que permitiu a aquisição de uma sonda multiparamétrica para avaliar a qualidade da água na bacia Guapi Macacu no estado do Rio de Janeiro. Agradecemos também ao Prof. Dr. Geraldo Roberto Carvalho Cernicchiaro.

### Referências

- LOAGUE K.; CORWIN, D.L.; ELLSWORTH, T. R. The challenge of predicting nonpoint source pollution. In: Environmental Science e Technology, p. 130-133, 1998
- PARRON, L. M.; MUNIZ, D. H. F.; PEREIRA, C. M. Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. (Embrapa Florestas. Documentos, 232).
- PRADO, R. B. Geotecnologias aplicadas à análise espaço temporal do uso e cobertura da terra e qualidade da água do reservatório de Barra Bonita, SP, como suporte à gestão de recursos hídricos. Tese (Doutorado). Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, p. 172, 2004.
- SANDERS, T.G.; WARD, R.C.; LOFTIS, J.C.; STEELE, T.D.; ADRIAN, D.D.; YERJEVICH, V. Design of Networks for Monitoring Water Quality. In: Water Resources Publications, Colorado, 1983.

**Forma de apresentação preferida:** Pôster

**Classificação:** Tema 3