



## DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE MONITORAMENTO REMOTO (SEM FIO) DE O<sub>2</sub> DISSOLVIDO EM ÁGUA

*Gabriel Bergamasco Beltran<sup>1</sup>, Rosa Maria Ribeiro<sup>2</sup>, Rosângela Bergamasco, Lucas Ferreira de Souza, Lilian Fermino, Reginaldo Verri*

**RESUMO:** A maior parte da superfície terrestre é recoberta por água (cerca de 97%). Porém grande parte deste total é água salgada, inadequada para consumo humano e para a agricultura. E a reduzida parcela doce está altamente poluída em muitas regiões. Uma forma de controle de poluição das águas é quantificar a concentração do oxigênio dissolvido (O<sub>2</sub>), um dos parâmetros mais importantes na dinâmica e caracterização dos ecossistemas aquáticos. O que pode ser feito por meio de sensores ambientais, dispositivos que possuem a propriedade de converter em sinal elétrico as propriedades das transformações físicas do meio ambiente. Assim, este trabalho objetiva desenvolver uma plataforma que por meio de uma rede sensor sem fio, que seja capaz de facilitar o acompanhamento do nível de oxigênio dissolvido (O<sub>2</sub>) na água, para uso na piscicultura. Os dados armazenados em memória permitem uma análise mais detalhada da sanidade dos peixes. A plataforma será aberta, de baixo valor de construção, permitindo que novos trabalhos sejam desenvolvidos e não somente o nível de O<sub>2</sub> dissolvido, mas também outros indicadores importantes na piscicultura, além da possibilidade de disponibilizar os dados para que estes se tornem acessíveis pela internet por meio de *cloud-computer*.

**PALAVRAS-CHAVE:** Depuração águas, oxigênio dissolvido, sensores ambientais

### 1 INTRODUÇÃO

Mesmo sendo a maior parte da superfície terrestre recoberta por água (cerca de 97%), boa parte deste total é formado por água salgada, inadequada para consumo humano e para a agricultura. Os lagos e rios são as principais fontes de água potável, mas estes constituem menos de 1% do suprimento total de água (BAIRD, 2002).

Tendo em vista que os recursos hídricos são finitos, e que devido ao forte crescimento do número de indústrias, a poluição em rios e bacias hidrográficas é crescente, tornando de suma importância entender os processos químicos que ocorrem na água, bem como o uso do conhecimento químico pode ser empregado na avaliação da qualidade da água (Silva, 2003).

Diversos parâmetros podem ser mensurados para medir a qualidade da água, como o pH, alcalinidade, nível de amônia e de oxigênio dissolvido, sendo este último o mais importante; na vida aquática, visto que para sobrevivência dos seres aquáticos, em especial os peixes, é necessário um nível mínimo de 1 miligrama por litro de oxigênio dissolvido. Este diminui quando há lançamentos de despejos nas águas. Esse lançamento aumenta a concentração de matéria orgânica, que irá consumir uma demanda extra de oxigênio; e este é retirado do meio aquático, escasseando sua concentração. E quando escasso, provoca a morte dos seres vivos aeróbios (ESTEVES, 1998).

O oxigênio dissolvido em água é um parâmetro importante para se analisar as características químicas e biológicas das águas de rios, pois mostra a capacidade de auto depuração das águas. É, dentre os gases dissolvidos na água, um dos mais importantes na dinâmica e caracterização dos ecossistemas aquáticos sendo importante ter o conhecimento da concentração deste gás, até mesmo como forma de controle de poluição da água. O que pode ser feito por meio de sensores ambientais (ESTEVES, 1998).

Existem protocolos de metodologias já conhecidas e bastante utilizadas para realizar o monitoramento desses parâmetros. Precisam já numa primeira etapa realizar amostragens em pontos específicos do curso do rio em estudo. Em seguida, as amostras podem ser qualificadas e quantificadas usando-se módulos específicos, obtendo-se assim, próximo do local da amostragem, os resultados das análises; ou então, amostras devem ser enviadas a laboratórios para que as análises sejam realizadas. Assim, existem etapas que aumentam o tempo da resposta dos resultados, o que pode incorrer em erros. Porém, as análises podem ser dinamizadas tanto em relação ao tempo da resposta, quanto à diminuição de erros, empregando-se para tal, os sensores ambientais.

<sup>1</sup> Acadêmico do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do Centro Universitário Cesumar – UNICESUMAR, Maringá – PR. Bolsista PIBIC/CNPq-UniCesumar - [gabriel.beltran98@hotmail.com](mailto:gabriel.beltran98@hotmail.com)

<sup>2</sup> Orientadora, Prof. Dra. do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária e do Mestrado em Tecnologias Limpas do Centro Universitário Cesumar – UNICESUMAR, Maringá – PR. [rosa.ribeiro@unicesumar.edu.br](mailto:rosa.ribeiro@unicesumar.edu.br)



## Sensores Ambientais

Os sensores ambientais são dispositivos que possuem a propriedade de converter em sinal elétrico as propriedades das transformações físicas do meio ambiente. Existem diversos tipos de sensores, que inclusive podem ser conectados com o Arduino (plataforma com microcontrolador At-mega), como o LM35 (sensor temperatura) e o MG811 (sensor de CO<sub>2</sub>), entre muitos outros. (EVANS, HOCHENBAUM, 2013). E esses sensores podem ser dinamizados, trabalhando-se em rede sem fio. Para criação de uma rede sensor sem fio, o protocolo de rede mais utilizado atualmente é o ZigBee, devido ao seu longo alcance e baixo consumo de energia. Existem diversos equipamentos capazes de trabalhar com este protocolo, sendo os módulos Xbee os mais comuns para se trabalhar com o microcontrolador Arduino (LABIOD, AFIFI, SANTIS, 2007).

Assim, objetiva-se neste trabalho desenvolver uma rede sensor sem fio que seja capaz de facilitar o acompanhamento do nível de oxigênio dissolvido na água em diversos pontos, armazenando estes dados em memória e permitindo que um piscicultor possa fazer uma análise mais detalhada da situação dos peixes. A plataforma que está sendo desenvolvida será aberta e de baixo valor de construção. Pretende-se utilizar somente tecnologias open-source e componentes físicos, como sensores e microcontroladores de baixo custo, visando deixar a plataforma facilmente acessível.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Visando automatizar medidas de concentração de O<sub>2</sub> diluído na água, para controle na piscicultura, será usado um microcontrolador Arduino para fazer a conversão Analógico-Digital de um transmissor de Oxigênio Dissolvido (OD) da marca Mettler Toledo (mod. 4050e). Os sensores 4050e serão acoplados aos módulos Xbee, formando uma rede sensor sem fio. Com o Arduino, será possível receber os dados coletados pelos nós sensores e armazená-los em uma memória.

### 2.1. Microcontroladores Atmega e Interface Arduino

Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica, desenvolvido inicialmente na Itália por Massimo Banzi e David Cuartielles, formada por hardware e software. A princípio, este projeto usará a placa Arduino UNO, visto na Figura 1.



Figura 1 - Arduino UNO R3

Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Arduino>

Existem diversas placas Arduino disponíveis no mercado. Há peculiaridades como memórias, velocidades, pinos de entrada e saída. Com ele é possível controlar e monitorar circuitos externos, permitindo que se envie e receba informações de praticamente qualquer outro sistema eletrônico (MCROBERTS, 2013). No Arduino é possível acoplar Shields (placas extensoras que podem ser conectadas aos microcontroladores) com o objetivo de ampliar suas funcionalidades. Serão acoplados aos módulos Xbee, formando desta forma uma rede sensor sem fio.

### 2.2. Modulo Xbee

Os módulos XBee são módulos RF (Rádio Frequência) que fazem comunicações no padrão ZigBee IEEE 802.15.4. ZigBee é um nome construído da junção bee-abelha em inglês- que, por meio da movimentação em zig zag, troca informações entre os membros da colmeia (Figura 2). O Protocolo ZigBee permite comunicações robustas e opera na frequência ISM (Industrial, Scientific and Medical), sendo aqui no Brasil 2,4 GHz (16 canais).



Figura 2: Símbolo do protocolo ZigBee

Fonte: [http://www.zigbee.org/portals/0/images/Zigbee\\_3icons\\_rings.jpg](http://www.zigbee.org/portals/0/images/Zigbee_3icons_rings.jpg)

### 2.3. Módulo Toledo 4050e

O equipamento O<sub>2</sub> Transmitter 4050 trata-se de um transmissor de oxigênio dissolvido em água da marca Mettler Toledo. De acordo com Mettler-Toledo, 2002, este dispositivo tem muitas características de segurança e de fácil utilização, que incluem programa conduzido por menus de simples configuração;

Será possível receber os dados coletados pelos nós sensores e armazená-los em uma memória.

Desta forma é possível construir, por exemplo, sistemas de captação de dados dos mais diversos sensores, processar e enviar esses dados para um sistema remoto (MCROBERTS, 2013). A Figura 3 mostra um módulo concentrador acoplado a um computador.

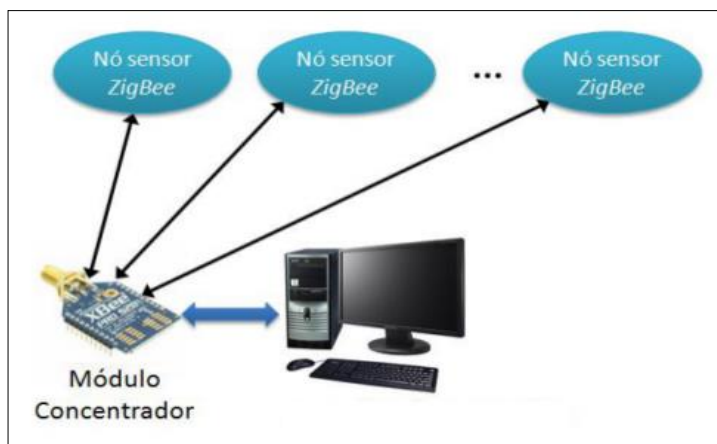


Figura 3 - Funcionamento da rede sensor

Fonte: Honorato, 2011

Segundo Mcroberts (2013) Os shields são placas extensoras que podem ser conectadas aos microcontroladores, com o objetivo de ampliar suas funcionalidades. Existem diversos tipos de shields, e para exemplificar sua importância, podemos citar o caso do Arduino, que somente por meio destas placas extensoras, pode atuar como controlador de dispositivos como motores, sensores entre outros.

Desta forma, ao se desenvolver uma plataforma que por meio de uma rede sensor sem fio, que é distribuída em pontos estratégicos de um determinado meio aquático, espera-se consiga aferir a concentração de O<sub>2</sub> diluído na água. Uma memória será inserida no nó coordenador da rede, e permitirá que as medidas sejam armazenadas, para que uma análise posterior seja feita.

Todos os itens pertinentes a esse projeto foram disponibilizados pelos laboratórios do DEQ da UEM, uma vez que será desenvolvido em parceria, Unicesumar-UEM.

## 4 RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se desenvolver a plataforma proposta de maneira a ser útil e que possa ser disseminada a todos os que precisam fazer um monitoramento preciso de águas. Monitoramento este que, ao controlar o oxigênio dissolvido em águas, mostrará o grau de sanidade da mesma, de forma rápida e eficiente, facilitando medidas corretivas, quando necessário.

Haverá a disponibilização dos dados pela internet por meio de cloud-computer o que vai facilitar o acesso aos dados obtidos por meio deste projeto. Enfim, espera-se seja este, uma ferramenta acessível e útil e cujo controle traga benefícios aos cursos de água, tão fragilizados pela atividade humana.



## REFERÊNCIAS

BAIRD, C. Química Ambiental. 2ª ed. Trad. M.A.L. Recio e L.C.M Carrera. Porto Alegre: Bookman, 2002.

ESTEVES, F.A. Fundamentos de Limnologia. 2ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

HONORATO, Leandro. Desenvolvimento de uma Rede de Sensores Sem Fio Utilizando ZigBee para Aplicações Diversas Universidades de Pernambuco, 2011.

EVANS, Martin; HOCHENBAUM, Jordan. Arduino in Action. Manning, EUA, 2013.

LABIOD, Houda; AFIFI, Hossam; SANTIS, Costantino de. WiFi Bluetooth ZigBee and WiMax. Paris: Springer, 2007.

MCROBERTS, Michael. Arduino Básico. Novatec, Brasil, 2013.

SILVA, R.M.G. Contextualizando aprendizagens em Química na formação escolar. Química Nova na Escola, 2003.