

Monitoramento Automático da Qualidade de Água para Pisciculturas

Monique V. B. Santos¹, Lucas C. Borges¹, Renan T. Santos¹, Cristian J. B. Lima¹,
Fabiano G. Rocha¹

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – Campus
Cáceres Prof. O. Baldo – Cáceres – MT – Brasil

{monique.santos, cristian.lima, fabiano.rocha}@cas.ifmt.edu.br,
{lucas.campos.borges, renantn93}@gmail.com

Resumo. *A piscicultura é uma das áreas da aquicultura que trata da criação de peixes em cativeiro. Neste trabalho buscou-se desenvolver um sistema de análise automática da qualidade de água para piscicultura tornando o trabalho mais dinâmico e preciso. O sistema desenvolvido utiliza a plataforma Arduino Mega, sensores de temperatura e pH, e uma shield Ethernet. Na validação do sistema, os sensores de pH e temperatura foram mergulhados na água e os valores aferidos foram comparados aos obtidos com outras técnicas, no qual obteve-se valores praticamente idênticos. De maneira automática, o sistema envia por e-mail um relatório com os resultados das análises e notifica caso os valores estejam fora da faixa ideal para peixes.*

Palavras-chave: *Automação, Telemetria, Análise de água, Piscicultura.*

Abstract. *Fish farming is an aquaculture area that deals with raising fish in captivity. This work aimed to develop an automatic analysis system of water quality for fish farming, in order to make this activity more dynamic and accurate. The developed system uses Arduino Mega platform, temperature and pH sensors and shield Ethernet. In the system validation, the pH and temperature sensors were immersed in water and the measured values were compared with those obtained with other techniques. Identical values were obtained in this measurement. Automatically, the system sends by e-mail a report with analyzes results and it informs if the value is different from the ideal range for fish.*

Keywords: *Automation, Telemetry, Water analysis, Fish Farming.*

1. Introdução

Desde os primórdios o homem vem interagindo e modificando o ambiente ao seu redor, bem como tem aprimorado suas técnicas em busca de caça, água e na produção de alimentos. Com o passar do tempo, as tarefas ficaram mais complexas demandando a necessidade do uso de máquinas para auxílio na realização das atividades. A exemplo, na área da piscicultura, é notável a incorporação de máquinas e o desenvolvimento de novas técnicas na criação de peixes em cativeiro.

As pisciculturas devem realizar um controle da qualidade da água preciso e rigoroso, pois qualquer erro cometido pode prejudicar o crescimento, podendo ocasionar doenças e até mesmo a morte dos peixes criados. Na caracterização da água são

determinados diversos parâmetros, representando suas características físicas, químicas e biológicas.

Os peixes são animais pecilotérmicos, e, ao contrário de mamíferos e aves, a temperatura do seu sangue não está internamente regulada. Em vista disso, a temperatura ambiental tem um profundo efeito sobre o crescimento, a taxa de alimentação e o metabolismo destes animais (Arana, 2004). Cabe salientar que existe uma faixa de conforto térmico adequada para os peixes, a qual varia dependendo da espécie e do estágio de desenvolvimento em que se encontram. Temperaturas acima ou abaixo dessa faixa inibem o apetite e crescimento dos peixes, além de favorecer a incidência de doenças. Além disto, a temperatura influencia outros fatores como alguns parâmetros de qualidade da água, desenvolvimento de micro-organismos, disponibilidade de nutrientes e toxicidade de contaminantes (Moro et al, 2013).

O pH, potencial de hidrogeniônico, é um parâmetro muito importante a ser considerado em aquicultura, já que possui um efeito sobre o metabolismo e processos fisiológicos de peixes, camarões e todos os organismos aquáticos. Consiste numa medida da concentração de íons H^+ na água, sendo na prática mensurando através de kits colorimétricos ou peagômetros digitais. A sua medida se dá em uma escala que varia de 0 a 14, de modo que o pH igual a 7 corresponde ao neutro, abaixo de 7, ácido, acima de 7 básico ou alcalino. O valor ideal de pH varia de acordo com as diferentes espécies de peixe. De forma geral, o valor recomendado para um ótimo desenvolvimento da grande maioria delas varia de 6,5 a 8,5. Valores inferiores a 6,5 ou superiores a 8,5 causam problemas fisiológicos diversos tanto no crescimento quanto na reprodução. Tem sido reportado que os pontos letais de acidez e alcalinidade são de pH 4 e pH 11, respectivamente. O pH na água varia de acordo com outros parâmetros de sua qualidade como a alcalinidade e dureza, e ele também exerce uma forte influência sobre a toxicidade de certos parâmetros químicos, tais como a amônia não ionizada, que se torna mais abundante com pH alcalino, e o ácido sulfídrico, que aumenta proporcionalmente em pH ácido (Arana, 2004; Moro et al, 2013)

Estes parâmetros são importantes indicadores de qualidade da água, e constituem riscos quando alcançam valores superiores ou inferiores aos estabelecidos para determinado uso. Entretanto, o preço comercial dos equipamentos para a análise de água são elevados, impedindo que a maioria dos piscicultores tenham esses aparelhos e realizem as análises de água necessárias.

Uma alternativa de baixo custo para sanar esse problema é um sistema de telemetria que, em suma, realiza medidas do ambiente e utiliza de meios de telecomunicação para envio dos dados. O sistema pode ser instalado nos tanques para realizar o monitoramento periódico dos indicadores de qualidade de água, através de sensores eletrônicos de baixo custo, e enviar os dados para o responsável pela piscicultura. Dessa forma, o sistema de telemetria, poderá informar em tempo real o responsável sobre alterações detectadas pelos sensores para que ele tome as devidas providências (Alves & Silveira Jr, 2013).

Contudo, neste trabalho buscou-se desenvolver uma ferramenta de baixo custo para análise automática de parâmetros de qualidade de água (pH e temperatura) e envio desta por e-mail, a fim de permitir ao piscicultor realizar o monitoramento em tempo real, sem haver a necessidade de estar presente no local.

2. Desenvolvimento

2.1. Seleção e estudo dos componentes

Na etapa inicial do projeto, foi realizado um estudo para definição dos componentes que seriam utilizados para desenvolver a ferramenta de análise de água. Nesta etapa levou-se em consideração a capacidade de processamento, compatibilidade de sensores e o custo baixo.

Para gerenciar os componentes foi escolhido o Arduino, pois trata-se de uma plataforma de computação *open-source* composto por uma simples placa com um controlador e entradas e saídas tanto digitais como analógicas. O Arduino utilizado foi o Mega, que possui um ambiente próprio de desenvolvimento em Linguagem C com algumas modificações, sendo possível desenvolver projetos utilizando uma placa com o microcontrolador Atmega2560. Ele é composto por 54 pinos digitais para entrada e/ou saída de dados.

Os sensores escolhidos para construção do sistema em questão possuíam baixo custo e programação simples, e, portanto, foi implementado os para análise de pH e temperatura. Outros sensores poderiam ser incorporados à ferramenta, tais como os para análise de oxigênio dissolvido e turbidez. Entretanto, devido ao alto custo, não foram incorporados ao sistema.

Para aferir a temperatura foi utilizado o sensor DS18B20 (Figura 1), que tem por característica ser impermeável e possuir precisão de 0,5 °C. A programação utilizada como base foi a descrita por Thomsen (2015).

Utilizou-se um kit SEN0161 (Figura 2) contendo um sensor de pH e um módulo para aferir o parâmetro pH. A codificação utilizada como base foi encontrada no site DFROBOT. O sensor de pH necessita do módulo, pois ele trabalha com voltagens muito baixas. Quando a voltagem é encaminhada para o módulo, este realiza a transformação dessa voltagem para que esta possa atender o sensor.



Figura 1. Sensor de temperatura



Figura 2. Sensor e módulo para pH

2.2. Montagem

A ferramenta foi montada utilizando notebook, o microcontrolador Arduino Mega, o sensor de temperatura DS18B20 e o kit contendo sensor de pH e módulo de controle de voltagem (Figura 3). A montagem do circuito interligando o Arduino Mega aos sensores de temperatura e o kit foi realizada a partir da protoboard, sendo este um importante

instrumento para a prototipação de circuitos, tornando possível a comunicação entre os sensores e o microcontrolador Arduino.



Figura 3. Montagem do sistema

2.3. Testes e validação do sistema

A ferramenta de análise de água desenvolvida foi testada no Laboratório de Piscicultura do IFMT/Campus Cáceres – Prof. Olegário Baldo. Os dois sensores, pH e temperatura, foram inseridos na água de um dos aquários do Laboratório, e os valores aferidos eram mostrados na tela do computador.



Figura 4. Testes dos sensores de temperatura e pH em aquário experimental

A fim de validar o sistema projetado, foram realizadas análises de água do mesmo aquário, através de outras formas empregadas usualmente para medição da

temperatura e pH, como, termômetro com escala de -10 a 60°C (Figura 5) e pHgâmetro digital portátil modelo PH-201 da Lutron (Figura 6), respectivamente.



Figura 5. Aferição de temperatura utilizando termômetro em aquário experimental.



Figura 6. Análise de pH utilizando peagâmetro portátil modelo PH-201, em aquário experimental.

As análises de pH e temperatura da água, utilizando o sistema projetado, termômetro e o equipamento peagâmetro, foram realizadas três vezes.

2.4. Telemetria

Após a montagem do sistema e testes, foi adicionado a ele, uma placa de Ethernet Shield para Arduíno (Figura 7), com o objetivo de enviar os dados das análises de água

por e-mail, bem como notificar quanto a valores fora dos parâmetros ideais. Os dados coletados foram enviados utilizando conta do Gmail, através do protocolo SMTP pela porta 25.

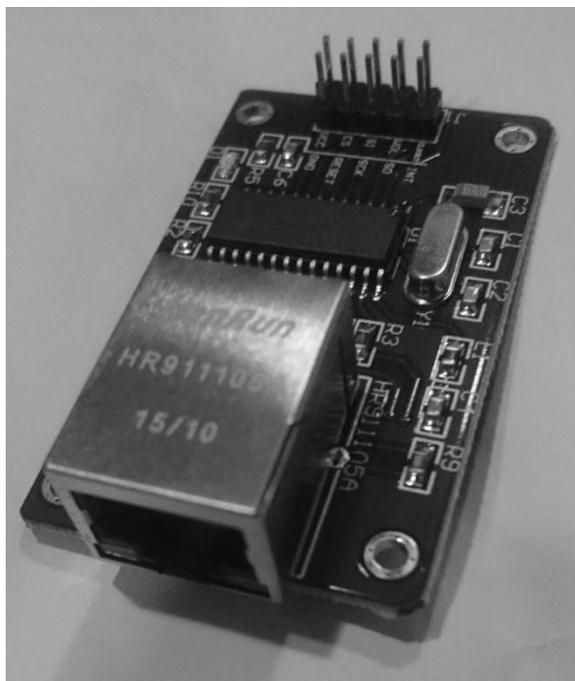


Figura 7. Placa de Ethernet Shield para Arduino

Foi realizada a programação do Arduino para que o mesmo enviasse os dados coletados da seguinte forma, um e-mail contendo relatório das análises realizadas no período de um dia, sendo três medições a cada turno, manhã (6, 8 e 10h), tarde (12, 14 e 16h), noite (18, 20 e 22h) e madrugada (24, 2 e 4h). O Arduino também foi programado para enviar uma mensagem de forma a alertar quando os valores ficassem fora da faixa ideal ($\text{pH} = 7$ a $8,5$ e temperatura = 20 a 30°C) para criação de peixes.

No fragmento de código ilustrado na Figura 8, pode-se observar a estrutura condicional utilizada para definir a necessidade de alerta ao piscicultor considerando os parâmetros aferidos:

- pH alcalino: característica identificada caso o valor de pH aferido seja superior a $8,5$;
- pH ácido: característica identificada caso o valor de pH aferido seja menor que $7,0$;
- temperatura anormal: característica identificada caso o valor de temperatura aferido seja menor que 20°C ou superior a 30°C .

```

//ENVIANDO E-MAIL
if (ValorPH > 8.5) {
  EnviarEmail("O PH esta mais alto (Alcalino) que o normal (8.5) , recomenda-se que ajuste imediatamente!");
  Serial.println("O PH esta mais alto (Alcalino) que o normal (8.5) , recomenda-se que ajuste imediatamente!");
} else if (ValorPH < 7.0) {
  EnviarEmail("O PH esta mais baixo (Acido) que o normal (7.0), recomenda-se que ajuste imediatamente!");
  Serial.println("O PH esta mais baixo (Acido) que o normal (7.0), recomenda-se que ajuste imediatamente!");
} else {
  //TUDO NORMAL
}

if (tempC < 20 || tempC > 30) {
  EnviarEmail("A temperatura esta fora do normal, recomenda-se que ajuste imediatamente!");
  Serial.println("A temperatura esta fora do normal, recomenda-se que ajuste imediatamente!");
}
else {
  //TUDO NORMAL
}

```

Figura 8. Fragmento de código do sistema

São considerados parâmetros normais a seguinte situação:

- pH normal: característica identificada caso o valor de pH aferido esteja entre 7.0 e 8.5;
- temperatura normal: característica identificada caso o valor de temperatura aferido esteja entre 20 e 30 °C.

3. Resultados e discussão

Na Tabela 1, verifica-se que não houve diferença entre os resultados encontrados para a temperatura (28,5 °C), utilizando tanto o sensor quanto o termômetro. Além disso, observa-se também que os valores obtidos para o pH do sistema (7,22 ±0,02) e do pHgâmetro (7,32 ±0,02), não apresentaram diferença significativa, o que evidencia que o sistema projetado possui confiabilidade no resultados obtidos.

Tabela 1. Comparativo entre os resultados encontrados utilizando o sensor de pH e temperatura, bem como o termômetro e pHgâmetro

Sistema Sensor	Termômetro	Sistema Sensor	pHgâmetro
Temperatura (°C)	Temperatura (°C)	pH	pH
28,5	28,5	7,22	7,32

Considerando que o sistema desenvolvido permite monitorar constantemente a qualidade da água, e com isto poderá ser evitado uma série de problemas, esta ferramenta torna-se extremamente importante para piscicultores. Além disso, possibilita maior precisão dos resultados do que as análises realizadas através de reagentes químicos, que são bastante complexos e demorados.

Pode-se confirmar também, que a ferramenta para análise de pH e temperatura desenvolvida teve um custo baixo (R\$ 370,00) se comparado com os preços dos equipamentos normalmente utilizados em pisciculturas (valor médio de R\$ 2.000,00).

Da mesma forma que neste trabalho, Beck *et al.* (2006) desenvolveram um projeto para análise automática de água e afirmaram que se mostrou um sistema inovador, pois como a atividade piscícola demanda uma dedicação constante para manter uma boa qualidade de água, a ferramenta possibilita um monitoramento constante, garantindo um conforto maior para a pessoa responsável pela piscicultura.

Ainda comentaram que através de uma aplicação simples, utilizando sistemas de controle de processos complexos juntos a um sistema microprocessado, unificou a instrumentação a uma aplicação do dia a dia.

Alves e Silveira Jr (2012) utilizaram Módulo Seeeduino Stalker para coleta e armazenamento de dados, com rotina feita através da plataforma arduino, e do módulo GPRS Shield para comunicação via radiofrequência, além disso, assim como neste trabalho, se depararam com dificuldades para encontrar alguns dos materiais e integração de alguns deles.

Alves e Silveira Jr (2013) também desenvolveram um sistema remoto de indicadores da qualidade de água de tanques de piscicultura de baixo custo, no entanto, utilizaram três sensores eletrônicos (temperatura, condutividade e turbidez), e o envio dos dados destes via mensagem SMS para um celular com sistema operacional android, em tempo real. Os autores verificaram que o projeto desenvolvido por eles apresentou-se viável para a aplicação em tanques de piscicultura pela praticidade e segurança no monitoramento de indicadores de qualidade de água e ainda afirmaram que o sistema de telemetria fornece dados em tempo real, o que permite ao produtor tomar medidas em tempo real, diferente de alternativas que realizam a leitura, mas não enviam os dados para o produtor. Ademais constataram que com a utilização da ferramenta criada e o desenvolvimento de aplicações em android torna-se muito mais simples e fácil de entender podendo ser utilizada como ferramenta de ensino.

4. Conclusões

Conclui-se que foi possível desenvolver o sistema de análise de água automático de baixo custo e funcional para ser utilizado em pisciculturas, e que ainda envia e-mails ao piscicultor com resultados das análises e alertas quando os valores estiverem fora da faixa ideal para a sobrevivência e criação dos peixes. Este tipo de ferramenta desenvolvida é extremamente importante, pois possibilita monitoramento constante, redução de custos e tempo para análise e, principalmente, evita prejuízos causados pela má qualidade de água.

5. Referências bibliográficas

- Alves, A.R.; Silveira JU, C.R. Telemetria no monitoramento e controle do ambiente de piscicultura. Anais do 6º Seminário de Iniciação Científica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/IFG, 2012.
- Alves, A.R.; Silveira JU, C.R. Telemetria no monitoramento e controle do ambiente de piscicultura. Anais do 7º Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica do SIMPEEX do IFG, 2013.
- Arana, L.V. Princípios químicos de qualidade da água em aquicultura: uma revisão para peixes e camarões. Florianópolis, Ed. da UFSC, 2004, 231 p.
- Beck, João C.P.; Silva, Isaac N. L.; Guerra, Karion; Messias, Daniel E. **Automação e controle de tanques para piscicultura**. Anais do XXXIV COBENGE. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2006.
- Dfrobot. pH meter (SKU: SEN061). Disponível em: <[http://dfrobot.com/wiki/index.php/PH_meter\(SKU:_SEN0161\)](http://dfrobot.com/wiki/index.php/PH_meter(SKU:_SEN0161))>. Acesso em: 01 jun.2016.

Moro, G.V.; Torati, L.S.; Luiz, D.B.; Matos, F.T. Monitoramento e manejo de qualidade da água em pisciculturas. In: Piscicultura de água doce: multiplicando conhecimentos. Brasília, DF Embrapa, 2013. 440 p.il.

Thomsen, Adilson. 2015. Medindo temperatura de baixo d'água com DS18B20. Disponível em:<<http://blog.filipeflop.com/sensores/sensor-de-temperatura-ds18b20-arduino.html>> acesso em: 01 jun. 2016.