

SISTEMA AUTOMATIZADO PARA MONITORAMENTO E CONTROLE DE PH NA PISCICULTURA

Lucas da Silva Oliveira¹, Luís Fernando Caparroz Duarte²

RESUMO: A piscicultura, produção de peixes em ambientes controlados, é uma atividade aquícola que vem crescendo rapidamente no Brasil, sendo desenvolvida em praticamente todas as regiões do país, em diversos sistemas de criação, como viveiros escavados, açudes e tanques-rede. Este estudo apresenta o desenvolvimento de um sistema autônomo para utilização na piscicultura, utilizando um sensor de pH para monitorar a qualidade da água, controlado por um microcontrolador que, posteriormente, executa um comando predefinido para atuação do motor de um dispensador de carbonato de sódio. O objetivo principal foi desenvolver um sistema que cuidasse de forma autônoma do estado de acidez da água, verificando seu pH e corrigindo-o conforme necessário através da adição do material alcalino. O sistema desenvolvido utilizou um microcontrolador PIC16F877A da empresa Microchip, com o código desenvolvido na linguagem de programação C usando a interface de desenvolvimento integrado MPLAB X, um sensor de pH do tipo sonda, um motor de corrente alternada de 220 volts para realizar o movimento necessário no dispensador, um relé de estado sólido (SSR) e um sistema dispensador confeccionado por impressão 3D. O sistema foi montado e foram realizados testes para verificar a precisão e calibração do sensor, bem como para validar a ferramenta desenvolvida. Os resultados dos testes foram satisfatórios e atestaram o correto funcionamento do sistema. Com base nos resultados obtidos, constatou-se a viabilidade do uso do sistema automatizado para o controle de pH da água, com o intuito de melhorar a qualidade de pisciculturas, evidenciando a eficiência da automação eletrônica em diversos processos.

Palavras-chave: automação; sensor de pH; microcontrolador.

1 INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica, impulsionada pela eletrônica, tem sido amplamente utilizada tanto na pesquisa quanto no desenvolvimento de soluções inovadoras. No contexto da automação e controle, essas tecnologias demonstram alta eficácia ao reduzir custos, aumentar a velocidade dos processos e proporcionar maior praticidade aos produtores. Sistemas automatizados também oferecem precisão e consistência superiores, minimizando erros humanos e garantindo análises mais precisas e tarefas executadas com exatidão. Na piscicultura, o uso de sensores e inteligência artificial permite o monitoramento e controle, local ou remoto, do ambiente de criação de peixes (LARANJEIRA, 2014).

¹ Aluno do curso de Engenharia Eletrônica; lucasoliveira.2002@alunos.utfpr.edu.br.

² Professor Doutor da UTFPR campus Cornélio Procopio; lfduarte@utfpr.edu.br.

De acordo com Braga et al. (2021), diversos parâmetros influenciam a qualidade da água na piscicultura, incluindo suas características físicas, químicas e biológicas. O pH da água é um parâmetro fundamental para a aquicultura, afetando diretamente o metabolismo e os processos fisiológicos dos peixes. Medido em uma escala de 0 a 14, o pH ideal para a maioria das espécies varia entre 6,5 e 8,5. Desvios desse intervalo podem prejudicar o crescimento, a reprodução e até causar mortalidade significativa (ARANA, 2004).

Este estudo apresenta a implementação de um sistema automatizado para monitoramento e correção em tempo real do pH da água, utilizando um microcontrolador para comandar a adição de material alcalino, ajustando o pH conforme necessário, a fim de otimizar a qualidade do ambiente de criação.

2 METODOLOGIA

Para o controle e gerenciamento dos componentes utilizados no estudo, foi selecionado o microcontrolador PIC16F877A, devido à sua capacidade de administrar eficientemente múltiplas entradas e saídas, tanto analógicas quanto digitais. A programação do microcontrolador foi realizada em linguagem C, utilizando o ambiente de desenvolvimento MPLAB, fornecido pela Microchip.

O sensor de pH escolhido foi o DIY MORE PH-4502C. Esse sensor mede o pH em uma faixa de 0 a 14, enviando as informações de forma analógica, com precisão de $\pm 0,5$. Além disso, o sensor é impermeável, garantindo robustez no ambiente aquático.

Para operar um dispensador de carbonato de sódio foi escolhido um motor síncrono de 220V da marca Philco, normalmente utilizado em fornos de micro-ondas, por ser robusto, econômico e adequado para este trabalho. O suporte do dispensador foi projetado no software Fusion 360, incluindo um reservatório, uma tampa inferior que abriga o motor, uma hélice acoplada ao motor para distribuir o material alcalino e uma tampa superior. A Figura 1 mostra o acoplamento do motor ao suporte.



Figura 1: Motor acoplado ao suporte. Fonte: próprio autor.

Para o acionamento do motor utilizou-se um relé de estado sólido, que combina propriedades elétricas e ópticas de semicondutores para isolar e comutar a entrada e saída de sinais. O relé é ativado por um sinal de 5 volts proveniente do microcontrolador, e comuta a alimentação de um motor de 220 volts. A Figura 2 ilustra a montagem do relé na estrutura impressa em 3D.



Figura 2: Relé de estado sólido acoplado ao suporte. Fonte: próprio autor.

A alimentação do sistema foi provida por uma fonte de 5 volts, obtida de um carregador de celular modificado, que alimenta tanto o microcontrolador quanto o sensor de pH. Adicionalmente, o motor de 220 volts foi conectado diretamente à rede elétrica, passando pelo relé de estado sólido.

Assim, o sistema automatizado de controle do pH foi composto pelo microcontrolador PIC16F877A, o sensor de pH DIY MORE PH-4502C, uma fonte de alimentação de 5 volts, uma conexão de 220 volts para o motor e o relé, além de um reservatório adaptado em cano PVC e uma estrutura de suporte impressa em 3D, projetada para o dispensar material alcalino.

Após a montagem, o sistema foi calibrado e testado. De início, foi necessário calibrar o sensor de pH para uma tensão conhecida e saber a conversão exata de tensão de saída do sensor para o respectivo valor na escala de pH de 0 a 14. Na calibração foi encontrado empiricamente o valor de 2.691 V para o pH de valor 7, e toda conversão feita pelo microcontrolador na programação se baseia nesse valor central. Foram utilizadas duas soluções para os testes, uma com pH 7,00 e outra com pH 4,00, sendo que em cada solução, o sensor de pH ficava submerso durante 5 minutos. A Figura 3 apresenta a etapa de calibração feita em laboratório.

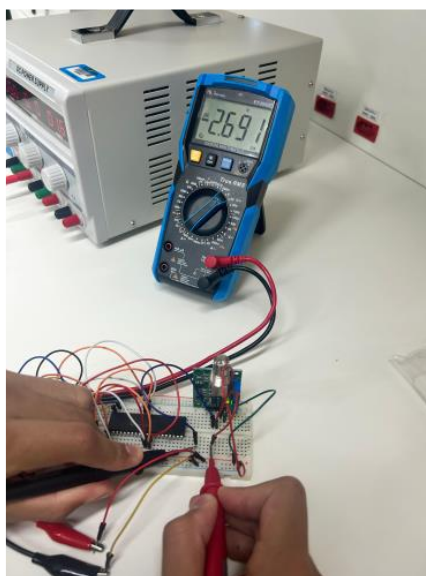


Figura 3: Calibração do sensor de pH. Fonte: próprio autor.

O passo seguinte foi programar o microcontrolador para operar o sistema. O microcontrolador PIC16F877A foi programado em linguagem C, utilizando o software MPLAB. No código desenvolvido, o pino AN0 foi configurado para receber a entrada analógica do sensor de pH, processando os dados em tempo real, enquanto o pino RD0 foi designado para controlar o relé de estado sólido.

Uma função principal foi implementada para gerenciar as saídas, entradas e demais configurações do microcontrolador. Além disso, uma interrupção de alta prioridade foi configurada para verificar a condição do pH da água a cada 30 minutos. Caso o pH detectado seja inferior a 6,5, o motor é ativado por cerca de 25 segundos, realizando duas voltas completas no dispensador de material alcalino. Se o pH estiver acima de 6,5, o dispensador não será ativado. Desta forma, as verificações ocorrem sempre a cada 30 minutos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como o objetivo final do estudo é a aplicação em sistemas de piscicultura, medidas de segurança foram adotadas para garantir que nenhum fio, motor ou componente elétrico ficasse exposto à água. A estrutura impressa em 3D assegura essa proteção, permitindo o despejo seguro do material alcalino sem comprometer o circuito.

O sistema foi testado em um recipiente de 500 ml, em escala reduzida. O sensor de pH foi submerso em soluções com valores de pH conhecidos, a fim de validar o funcionamento do controle automatizado. Durante os testes verificou-se que a

quantidade média de carbonato de sódio dispensada durante uma volta completa do dispensador foi de 94 gramas e para realizar este processo ele leva aproximadamente 12,5 segundos por volta. A Figura 4 apresenta o sistema sendo testado.



Figura 4: Teste do sistema. Fonte: próprio autor.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo apresentou o desenvolvimento de um sistema automatizado para monitoramento e controle de pH. O sensor de pH, aliado aos demais componentes eletrônicos, demonstrou precisão e eficiência no controle das soluções, evidenciando como a automação pode acelerar os processos e aumentar a segurança operacional.

Dado o bom desempenho observado, o sistema desenvolvido mostra-se viável para aplicação na piscicultura, oferecendo uma solução eficaz e de fácil utilização para os produtores. Além disso, considerando o crescimento constante do setor no Brasil, a adoção de tecnologias que minimizam erros humanos e aumentam a eficiência é de grande importância, tornando-se uma ferramenta prática e confiável.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da UTFPR, Universidade Tecnológica Federal do Paraná — Brasil (Edital UTFPR/PROPPG 02/2023 — PIVIC/PIVIT).

REFERÊNCIAS

ARANA, L.V. Princípios químicos de qualidade da água em aquicultura: uma revisão para peixes e camarões. 2. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2004.

BRAGA, Benedito et al. Introdução à Engenharia Ambiental. 3. ed. São Paulo: Bookman, 2021.

LARANJEIRA, Roberto Ribeiro. Controlo remoto e autónomo de um sistema de aquacultura. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Automação Industrial). Universidade de Aveiro. 2014.