

SPLASH, análise e desenvolvimento de uma solução para o controle do pH da água marinha em tanques de piscicultura

Arthur Fugolim Lima, 082200033@faculdade.cefsa.edu.br
Fernando Oliveira Soares, 082200028@faculdade.cefsa.edu.br
Michell Seidl Vieira, 082200016@faculdade.cefsa.edu.br
Stephany Paula Antonio, 082200010@faculdade.cefsa.edu.br
Orientador: Fábio Henrique Cabrini, pro7799@cefsa.edu.br, FESA

Resumo

Este trabalho visa desenvolver uma solução para o problema da acidificação da água marinha em tanques de piscicultura, alinhado ao objetivo 14.3 dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 2030), um conjunto de metas com as quais cento e noventa e três líderes mundiais se comprometeram a alcançar dentro do período de quinze anos. Esse objetivo, que busca minimizar e enfrentar os impactos da acidificação dos oceanos, foi adaptado para oferecer uma solução tecnológica para o controle da acidez da água marinha em tanques de terra de piscicultura. Para isso, foi desenvolvido um kit que inclui uma plataforma em nuvem para monitoramento e controle do pH e um simulador de hardware para testes. Constatou-se, por meio de simulações, que o uso do kit foi benéfico para a manutenção da qualidade e do pH da água dos tanques.

Palavras-chave: Água. Acidez. Marinha. Piscicultura. pH.

1. INTRODUÇÃO

A acidificação dos oceanos, causada pela absorção de dióxido de carbono (CO_2) atmosférico pela água do mar, representa uma séria ameaça aos ecossistemas marinhos e às mais de 600 milhões de pessoas que têm sua sobrevivência atrelada à pesca marinha, seja através de práticas artesanais, familiares ou pela pesca industrial em larga escala (Oceania, 2022). Segundo Lachkar (2014), previsões para o decorrer do século indicam que a acidez da água marinha será mais intensificada em regiões estuárias e costeiras do que em outros locais devido aos elevados níveis de CO_2 emitidos, zonas essas onde a preservação é de extrema importância para a manutenção de comunidades em que nelas habitam (Kennish, M.J. 2019).

Diversas empresas e startups tomaram iniciativa nas últimas décadas para combater esse problema através de monitoração constante e para o tratamento da água marinha. A Sea-Bird Scientific é conhecida por desenvolver instrumentos de medição de alta precisão para monitoramento oceanográfico e por fornecerem sensores que medem o pH, a salinidade, e outros parâmetros da água em regiões costeiras e em mar aberto. Já a AquaManager e a Hach Company oferecem serviços especificamente voltados para o monitoramento de tanques de piscicultura, incluindo medidores de pH portáteis e de bancada para monitorar e ajustar as condições da água conforme necessário. Entretanto, de acordo com Kleypas e Yates (2009), esses esforços não são suficientes para mitigar de forma relevante os efeitos da acidificação nas costas marinhas e nos oceanos em uma escala global.

Em 2023, a acidificação dos oceanos atingiu níveis alarmantes, conforme relatado pela Revista Galileu (2023), com efeitos prejudiciais que continuam a se intensificar. Kennish (2021) analisa que a crescente acidez interfere na capacidade de organismos marinhos de formar conchas e esqueletos calcários, desestabilizando ecossistemas inteiros e alterando as cadeias alimentares. Sem um controle eficaz e

monitoramento constante, esse processo pode levar ao colapso das indústrias pesqueiras e as comunidades humanas dependentes desses recursos (Mills, K. et al, 2008). Nesse contexto, o projeto Splash busca analisar e desenvolver uma solução inovadora para os piscicultores brasileiros que lidam com o problema da acidificação da água marinha, mantendo seus ideais alinhados com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 2030).

2. METODOLOGIA

2.1. Cálculos realizados

2.1.1. Regulador de pH

Conforme analisado por Derek Burton e Margaret Burton (2018), para que peixes e outros organismos marinhos se desenvolvam de forma saudável, o pH da água em que vivem deve estar levemente alcalino, mais especificamente entre 8,1 e 8,3. Peixes marinhos possuem esqueletos ósseos que dependem de íons de cálcio disponíveis na água para manter a sua mineralização adequada. A acidificação, ao modificar o pH da água, pode alterar o equilíbrio de íons de cálcio e carbonato nela presentes, dificultando o processo de calcificação, que é crucial para a formação e manutenção dos ossos (Fabry, V. J. et al, 2008).

Com isso em mente, cálculos foram realizados a respeito da atuação de reguladores de pH na água marinha, com o objetivo principal de estudar a quantidade necessária em mililitros (ml) de um regulador alcalino comum para regular o pH de um tanque terra de 1000 metros cúbicos, volume médio de um tanque terra de piscicultura no Brasil (Silva, J. P., 2019). Para comprovar a ação de um regulador de pH no experimento, foi utilizada a equação de Henderson-Hasselbalch, ferramenta que explica a relação entre o pH de uma solução e as concentrações ácidas e básicas conjugadas (Atkins, P. W. & Jones, L., 2012):

$$\text{pH} = \text{pKa} + \log_{10}([\text{A}^-]/[\text{HA}])$$

Essa relação mostra como o potencial hidrogênico (pH) é resultado da soma da constante de dissociação ácida do ácido fraco (pKa) e do logaritmo da razão entre a concentração da base conjugada (A-) e do ácido não dissociado (HA).

Nesse cenário, foi escolhido um regulador genérico de mercado para a realização dos experimentos que indica em seu manual de utilização a adição de 1ml do produto para cada 8 litros (L) de água salgada presentes no tanque por aplicação. Por proporcionalidade, em um tanque de mil metros cúbicos (um milhão de litros de água), serão necessários 125L de regulador por aplicação. O produto também indica que a utilização deve ocorrer semanalmente (onde o aumento da unidade de medida do pH ocorre em incrementos de 0,2 ao dia) até que se atinja os níveis desejados e, após isso, deve ser utilizado uma vez ao mês.

2.1.2. Posicionamento do equipamento no tanque

Para fins experimentais, foi adotado um tanque retangular que possui um volume total de 1000 metros cúbicos e uma altura fixa de 4 metros. As dimensões restantes do tanque foram calculadas para garantir que a base do tanque seja o mais uniforme possível. Assim, as dimensões do tanque são especificadas como segue:

- Comprimento (L): aproximadamente 15,8 metros;
- Largura (W): aproximadamente 15,8 metros;
- Altura (H): 4 metros.

A base do tanque é projetada para ser um quadrado, com comprimento e largura iguais, para aproximar as dimensões da forma cúbica e garantir uma distribuição uniforme do volume. Isso é importante para que o monitoramento seja eficaz em todas as regiões do tanque, como também a atuação do regulador de pH.

Para abranger da melhor forma toda água presente no tanque, optou-se pela utilização de 5 equipamentos de monitoramento (que formam o kit de monitoramento) posicionados de maneira estratégica no tanque, sendo um no centro e os outros 4 equidistantes tanto do equipamento central quanto das bordas do tanque, próximos aos cantos.

2.2. Materiais e Ferramentas

2.2.1. Hardware e simulações

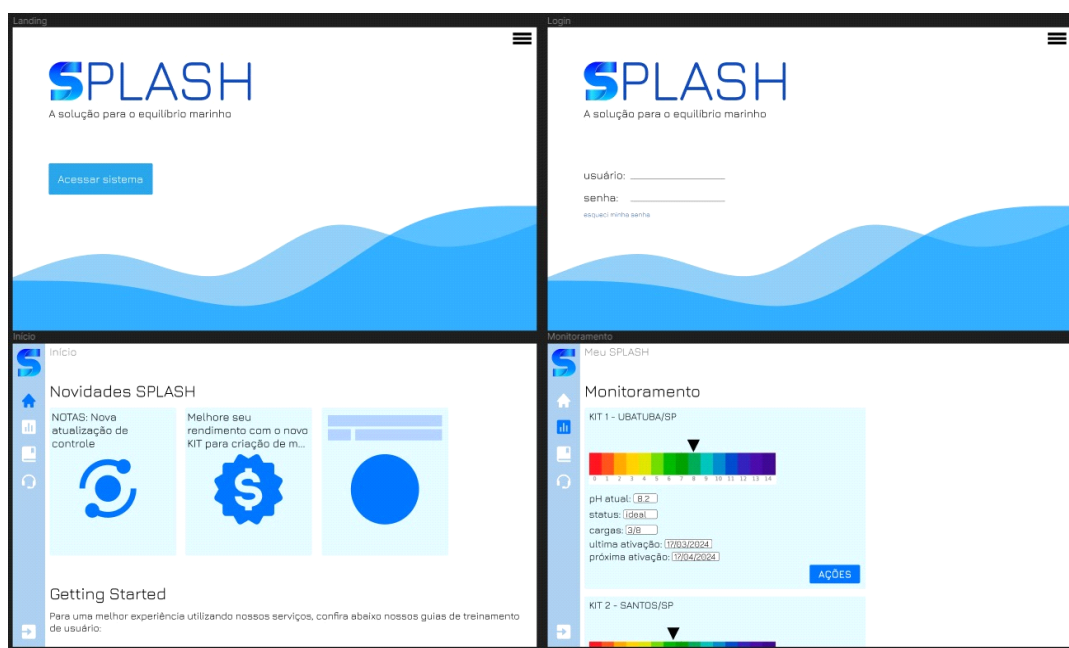
Por mais que os experimentos tenham sido realizados através de simulações do hardware, a idealização de um equipamento físico foi realizada para fins de desenvolvimento futuro. O kit de monitoramento seria formado por 5 equipamentos, cada um deles composto por uma boia naval capaz de suportar todo peso, 25 litros do regulador de pH armazenados em um recipiente próprio, um medidor de pH e uma caixa vedada contendo todo equipamento eletrônico necessário para a comunicação do hardware com o software. Esse equipamento seria capaz de realizar o monitoramento, envio de informações e também a liberação do regulador de forma remota (manual ou automática) através da plataforma de controle.

As simulações foram realizadas através do banco de dados da AzureSQL, onde os dados que teoricamente seriam enviados do hardware foram inseridos no banco para simular a entrada de informações monitoradas.

2.2.2. Plataforma em nuvem

Para o controle do equipamento nas simulações, foi desenvolvido uma plataforma na nuvem, utilizando o Azure Cloud, licenciado pela Azure Websites, com linguagens de programação C# para o backend e CSS, HTML e JS para o frontend. O usuário cadastrado no sistema pode acessar o site da SPLASH, observar uma dashboard contendo informações sobre seu kit, que incluem uma régua de pH dinâmica, nome do kit (cidade e estado), status do equipamento, pH da água do tanque, quantidade de cargas de produto restantes, data da última liberação do regulador de pH e data da próxima liberação do produto, além de um botão de "ações" onde alterações a respeito de datas de liberação do regulador podem ser realizadas, bem como a utilização manual desse recurso.

Figura 1 - Telas da plataforma em nuvem da SPLASH



Fonte: Autoria própria (2024)

2.3. Experimentos

Foram criados diversos perfis na plataforma para a realização dos testes, onde diferentes níveis de pH da água eram inseridos para a validação dos métodos de regulação do produto no backend. Conforme os dados de simulação foram atualizados no banco de dados, o software respondia de acordo com sua configuração, seja ela uma ativação manual ou agendada, demonstrando resultados instantâneos na tela do usuário. Com o passar do tempo, as informações exibidas indicaram que o pH da água dos tanques simulados estavam se aproximando da marca de 8,1 a 8,3, níveis ideais para a criação de animais marinhos nesses tanques.

A plataforma foi submetida a diversos testes de estresse para avaliar a capacidade da mesma em lidar com muitas informações e até mesmo a forma que lida com ativações simultâneas dos equipamentos. Contudo, todas as principais funções permaneceram operacionais, ocorrendo apenas um erro na régua dinâmica de pH.

Resultados preliminares

Os resultados experimentais demonstraram que a plataforma funciona da maneira projetada, lidando bem com muitos dados e um fluxo alto de informações, ocorrendo erros no frontend, porém sem perder sua funcionalidade. Dados inseridos manualmente no banco de dados para fins de simulação desencadearam respostas instantâneas da plataforma, comprovando a funcionalidade de monitoramento constante do software.

Entretanto, a falta de um hardware físico que permita testes em tanques de piscicultura limita a avaliação do produto em um ambiente real, onde o equipamento de monitoramento e o produto regulador de pH seriam postos em prática, por mais que os cálculos em relação a isso estão em teoria corretos. O possível desenvolvimento futuro

do equipamento permitirá chegar a uma conclusão a respeito da funcionalidade total do projeto.

Referências

Atkins, P. W. & Jones, L. (2012). **Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna**. Bookman.

Derek Burton e Margaret Burton (2018). **Essential Fish Biology: Diversity, Structure and Function**. Published by Oxford University Press.

Fabry, V. J., Seibel, B. A., Feely, R. A., & Orr, J. C. (2008). Impacts of ocean acidification on marine fauna and ecosystem processes. **ICES Journal of Marine Science**, 65(3), 414-432.

Kleypas, J. A., & Yates, K. K. (2009). Coral Reefs and Ocean Acidification. **Journal of Marine Science**, 66(6), 25-40.

Lehninger, A. L., Nelson, D. L. & Cox, M. M. (2008). **Princípios de Bioquímica**. Editora Artmed.

Michael J. Kennish (2021). Drivers of Change in Estuarine and Coastal Marine Environments: An Overview. **Open Journal of Ecology**, 11, 224-239.

Mills, K., Kennish, M.J. and Moore, K.A. (2008) Research and Monitoring Components of the National Estuarine Research Reserve System. **Journal of Coastal Research**, 66, 1-8.

Organização das Nações Unidas (2015). **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <<https://gtagenda2030.org.br/ods/>> Acesso em 23 ago, 2024.

Silva, J. P. (2019). **Caracterização dos Sistemas de Cultivo em Tanques-de-Terra para Espécies Marinhas**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará.