

ESTUDO DE EQUIPAMENTOS E INSTRUMENTOS UTILIZADOS NA AQUICULTURA DE PRECISÃO¹

Caio Ramsés Dirschnabel de Almeida², Giovanni Lemos de Mello³, Daniel Pedro Willemann⁴

¹ Vinculado ao projeto “Aquicultura de Precisão”

² Acadêmico do Curso de Engenharia Mecânica – UDESC/Joinville – Bolsista PROIP/UDESC

³ Professor, Departamento de Engenharia de Pesca – UDESC/Laguna – giovanni.mello@udesc.br

⁴ Orientador, Departamento de Engenharia de Pesca – UDESC/Laguna – daniel.willemann@udesc.br

A aquicultura desempenha um papel essencial na alimentação global com cultivo de organismos aquáticos em ambientes controlados, uma vez que a demanda por proteína animal continua a aumentar. Com a população mundial em crescimento e a pressão sobre os recursos naturais, a aquicultura emergiu como uma solução crucial para suprir a crescente demanda por produtos aquáticos. No entanto, enfrenta desafios significativos em relação à eficiência dos processos produtivos, qualidade dos produtos finais e sustentabilidade ambiental. Nesse contexto, a aquicultura de precisão se destaca como uma abordagem inovadora que combina tecnologias de mecanização e automação para otimizar os processos de produção, garantir a saúde dos organismos cultivados, melhorar a qualidade dos produtos finais, reduzir o desperdício e mitigar os impactos ambientais. Através da implementação de equipamentos avançados e sistemas de monitoramento em tempo real.

A aquicultura de precisão se insere como uma resposta à complexidade desses desafios, incorporando uma série de tecnologias de vanguarda para aprimorar os seus processos e impulsiona-se através de uma variedade de tecnologias inovadoras, cada uma delas contribuindo para otimizar as operações e melhorar a sustentabilidade do setor. Um dos avanços notáveis até 2019 é a utilização de técnicas de seleção e edição genômica, que permitem a adaptação genética dos organismos cultivados para características desejáveis, como resistência às doenças e qualidade dos produtos. Além disso, a aplicação de sistemas de recirculação (*RAS - Recirculating Aquaculture Systems*) surge como uma abordagem eficaz para minimizar o consumo de água e reduzir a poluição, reutilizando a água dos tanques após tratamentos adequados. A exploração do cultivo em ambientes *offshore* também demonstrou eficácia na otimização da utilização de recursos hídricos e marítimos, contribuindo para a preservação ambiental. A energia solar e a tecnologia da informação promovem uma produção mais sustentável ao aproveitar fontes de energia limpa e gerar eficiência operacional através do controle automatizado. A Internet das Coisas (*IoT - Internet of Things*) e o uso de sensores inteligentes permitem um monitoramento em tempo real dos parâmetros-chave, garantindo um ambiente saudável e otimizado para os organismos cultivados. A adoção de robôs em diversas etapas da produção, desde a limpeza das redes até a alimentação e o monitoramento automatizado, representa um avanço significativo na otimização dos processos. Adicionalmente, a inteligência artificial (*AI - Artificial Intelligence*) emerge como uma ferramenta fundamental para processar e interpretar grandes volumes de dados coletados, permitindo a tomada de decisões mais fundamentadas e a identificação de padrões que otimizem a produção e manutenção.

Na busca por métodos precisos de monitoramento, a visão computacional tem sido explorada para avaliar o comportamento dos animais aquáticos. Apesar dos desafios impostos pela visibilidade e iluminação subaquáticas, avanços em tecnologias como câmeras de superfície, câmeras acústicas, sistemas de vídeo estéreo subaquático, sonares e sensores de iluminação e distância têm possibilitado a coleta de dados relevantes para o monitoramento das produções. A aplicação de visão estéreo (*stereovision*), que envolve múltiplos sensores de vídeo ópticos e cálculos trigonométricos, tem se mostrado eficaz na estimativa da posição espacial, tamanho e peso dos organismos. Além disso, a análise de imagens captadas por um sistema de câmeras submersas tem sido utilizada para estimar populações, dimensões e até mesmo identificação de espécies e sexo de peixes, comportamento e estresse dos animais. Estudos evidenciam a relação entre a velocidade dos peixes e seu nível de estresse, assim como a conexão entre o comportamento dos peixes e a densidade do cardume. Além do monitoramento dos animais, a aquicultura

de precisão também se dedica a avaliar parâmetros ambientais, como pH, oxigênio, temperatura e salinidade, para garantir um ambiente saudável e otimizado. Quanto ao gerenciamento da alimentação, uma das tarefas mais complexas e custosas da aquicultura, o uso de alimentadores automáticos (Figura 1) e drones tem se destacado ao permitir uma distribuição uniforme da ração em toda a área dos viveiros de cultivo, minimizando o desperdício e garantindo a saúde dos animais. Sistemas robotizados têm sido desenvolvidos para alimentação e monitoramento, com inovações que se estendem ao desenvolvimento de algoritmos de decisão suportados por sensores sem fio.

O conceito de *Precision Fish Farming (PFF)* representa uma evolução significativa na aquicultura, combinando tecnologias inovadoras com estratégias de tomada de decisão fundamentadas em dados e modelagem matemática. Apesar deste desenvolvimento refinado, há ainda muito o que ser desenvolvido em aprimoramentos e automações com dispositivos de baixa complexidade tecnológica no Brasil. Exemplos concretos disso são visíveis em casos como o das Bombas de Despesca aplicadas pela Cooperativa Agroindustrial Consolata (COPACOL, 2017). Este tipo de equipamento tem transformado as operações de despesca com uma drástica redução na perda de peixes durante o processo, proporcionando efetivo aumento da produtividade e valorização da qualidade final do produto. A Figura 1 ilustra os sistemas de aeração e alimentação e parte do processo de transporte dos peixes com aplicação da bomba de despesca.



Figura 1. (a) Sistemas de aeração e alimentação automáticos para tilápias na região da AMUREL (Associação de Municípios da Região de Laguna). (b) Aplicação da Bomba de Despesca (COPACOL).

A Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) tem acompanhado de perto os avanços na área de tecnologia aquícola. Atualmente, as bombas de despesca, que já foram reconhecidas por seu grande porte, agora podem ser instaladas até mesmo em cercos (*seiner*) de 18 a 20 metros, demonstrando claramente como a tecnologia tem sido adaptada para atender às necessidades variadas das operações aquícolas. As bombas de despesca, agora disponíveis em uma variedade de tamanhos e capacidades, incluindo as maiores, que operam em sistemas integrados com capacidade de 1000 a 1300 toneladas-hora de mistura de água e peixe, com 75hp nominal, proporcionam maior flexibilidade e eficiência às atividades de despesca.

Em suma, a implementação dos conceitos de *Precision Fish Farming* tem demonstrado ser um divisor de águas na aquicultura moderna, impulsionando melhorias em todas as fases do ciclo de produção. Contudo, apesar do potencial promissor da aquicultura de precisão, ainda há desafios a serem superados em nossa região. A colaboração entre pesquisadores, produtores e governos é essencial para criar um ecossistema propício à inovação e ao desenvolvimento da aquicultura de precisão, assegurando assim a produção eficiente, sustentável e responsável de alimentos aquáticos para uma população global em crescimento. O alto custo dos equipamentos e a necessidade de importação da maioria das soluções em termos de aquicultura de precisão, representam uma barreira atual para a difusão mais acelerada destas tecnologias. O desenvolvimento destas ferramentas e equipamentos no Brasil torna-se uma oportunidade para empresas do setor, bem como para instituições de P&D. Após esta análise do estado da arte em PFF, a pesquisa será continuada e seu foco direcionado aos sistemas de visão.