

O uso da tecnologia para controle de níveis de água na piscicultura para uma produção sustentável

Edgar Hissakazu Hazaski^a e Rodrigo Vilela da Rocha^b

Resumo: A água é um recurso de indispensável para a sobrevivência das pessoas, por isso seu uso racional é fundamental para a conservação. Um desses modos de uso é integrar agricultura com aquicultura, para ter melhora na forma de produção e reaproveitamento de recursos, como no reúso das águas de efluentes da piscicultura, que por serem ricos em nutrientes para as plantas, minimizaria o uso de insumos externos. Para auxiliar essa integração, este projeto tem por objetivo desenvolver uma solução eficiente de baixo custo que automatiza esse processo. A metodologia que foi adotada é uma abordagem qualitativa e revisão bibliográfica, tendo como proposta a criação de um protótipo com a plataforma Arduino, com sensores e motores para automatizar processos e diminuir a perda de água. O projeto tem como resultado além da otimização e utilização racional da água, permite o monitoramento do sistema e agrega outra cultura, que proporciona mais uma renda com a venda da produção de hidroponia.

Palavras-chave: Arduino. Automação. Piscicultura. Hidroponia.

-
- a Graduando no curso de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas pela Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo – FATEC. E-mail: hazaski@gmail.com.
- b Mestre em Ciência da Computação pela Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR. Professor na Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo – FATEC. E-mail: rodrigo.villella@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7234-2411>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7521055777008213>.

The use of technology to control water levels in pisciculture for sustainable production

Abstract: Water is an indispensable resource for people's survival, so its rational use is fundamental for conservation. One of these modes of use is to integrate agriculture with aquaculture, to improve the way of production and reuse of resources, as in the reuse of water from fishwater, which because they are rich in nutrients for plants, would minimize the use of external inputs. To assist this integration, this project aims to develop an efficient, low-cost solution that automates this process. The methodology that was adopted is a qualitative approach and bibliographic review, having as proposal the creation of a prototype with the Arduino platform, with sensors and motors to automate processes and reduce water loss. The project results in addition to the optimization and rational use of water, allows the monitoring of the system and aggregates another culture, which provides more income from the sale of hydroponics production.

Keywords: Arduino. Automation. Pisciculture. Hydroponics.

1 Introdução

A produção de alimento tem maior destaque nos últimos anos principalmente pelo aumento da população no mundo. Como exemplo a produção de alimento na água e a criação de peixe em cativeiro, que podem estar em qualquer estágio de desenvolvimento, ela também é chamada de Aquicultura ou piscicultura.

A piscicultura é uma área que possibilita muito a expansão em nosso país. Embora o Brasil tenha produzido 722,560 toneladas de peixe neste ano, sendo considerado o quarto maior produtor de tilápia do mundo, com uma produção que representa 55,4% de toda a produção nacional de peixe, a cadeia produtiva ainda carece de tecnologia (PEIXEBR, 2018).

Um dos meios de trazer novas tecnologias para esse meio de produção é a inclusão de reaproveitamento da água utilizada na produção das pisciculturas para aplicação na agricultura, pois a água utilizada neste processo de produção acaba tendo em sua composição uma grande quantidade de matéria orgânica, que serve como adubação para as produções agrícolas. Essa é uma técnica muito utilizada em regiões áridas e semiáridas como uma forma de integração para otimização dos recursos existentes (CASTRO; AZEVEDO; BARBOZA, 2005).

A Aquicultura Sustentável requer um bom planejamento tanto dos modos de produção quanto dos custos envolvidos diretamente e indiretamente. Um dos pontos de grande apoio ao uso desse meio de produção é a possibilidade de aumentar a

produção de alimento do tipo peixe, minimizando a necessidade de pesca no ambiente natural, auxiliando e conservando o meio ambiente, tendo assim um peso econômico e social ao mesmo tempo.

Este como qualquer outro sistema de produção que conhecemos também causa impactos ao meio ambiente com sua atividade, como a geração de resíduos na água, grande aumento na taxa de dióxido de carbono na água, aumento dos níveis de nitrito nitrato amônia e fósforo. Estes impactos afetam tanto o meio ambiente quanto a própria piscicultura, porque a grande quantidade de resíduos na água causa o aumento das algas e diminui o oxigênio disponível, provocando assim menor crescimento dos seres que vivem na água e até a morte de animais (MARQUES, 2014).

Para tratar este problema é necessária a utilização de corretas técnicas de manejo e uso de maquinário específico para monitoramento e controle dos níveis de resíduos na água, além de fazer a correta utilização da água e resíduos resultantes deste processo.

As pesquisas pela otimização do uso da água vêm se tornando mais comuns devido ao recurso hídrico ser um tipo de bem finito, além de ter uma parte importante na sobrevivência das pessoas. Uma dessas pesquisas foi feita por Conceição (2002), em que ele fala sobre a utilização de filtração lenta de água por meios granulares como a areia e a torna mais adequada para o uso em piscicultura.

Outro tipo de estudo é o sistema de recirculação de água, sendo uma técnica que visa o reaproveitamento da água que sai dos tanques como forma de reabastecimento deles mesmos, após ela ser tratada por filtros. Com essas pesquisas se torna possível observar mais meios de utilização da água com moderação e também a reutilização em novos meios de produção.

O objetivo desse trabalho foi criar um meio de tornar automáticos os processos de monitoramento e controle dos níveis de água, utilizá-la para novos tipos de produções e com as informações obtidas pelo sistema poder avaliar a quantidade de água consumida em cada ponto.

2 Fundamentação teórica

2.1 Automação

A automação é um tipo de tecnologia que tem ganhado cada vez mais participação em nossas produções nos últimos anos, mas muitas pessoas confundem automação com mecanização. De acordo com Bayer, Eckhardt e Machado (2010) a mecanização é o uso da máquina para substituir o trabalho manual, enquanto a automação é as máquinas que trabalham automaticamente e com capacidade de auto regulamento. A automação é dividida em três tipos diferentes, caracterizados principalmente por seu foco, sendo ele a industrial, comercial e residencial.

Automação industrial é um tipo voltado para automatizar processos da indústria por meio de máquinas eletrônicas e softwares específicos, que sozinhos conseguem observar os

serviços executados. Ela pode ser dividida pelo tipo de modalidade: processo de manufatura, onde as partes mecânicas se movimentam bastante durante o processo; processo contínuo, onde ocorre pouca movimentação. Um exemplo desta classificação é a fabricação de carros, que é um processo de manufatura. Outra classificação é pelo grau de flexibilidade, que pode ser a programável, flexível ou rígida. Segundo Roggia e Fuentes (2016) a programável consegue modificar os modos de produção para atender diferentes produtos, a rígida é especializada para um produto, a flexível reúne a característica das duas anteriores, mas com menor capacidade.

Automação comercial é tida como a que tem foco principalmente na produção de softwares para automatizar processos comerciais e torná-los mais rápidos, podendo ser utilizada, por exemplo, na parte contábil, bancária. A Automação residencial é vista como os sistemas integrados que melhor cumprem o papel de ajudar nas necessidades de segurança, eletricidade, comunicação e conforto de uma residência (MURATORI; DAL BÓ, 2011).

2.2 Arduino

O Arduino é uma tecnologia de automação que é considerado como uma pequena máquina, que pode ser programada para ter alguns processos para realizar ações. Já para McRoberts (2011) ele é um pequeno computador onde pode ter programação processando as entradas e saídas que ocorrem entre ele e tudo conectado a ele. Ela tem vários tipos diferentes e pode

ser composta por uma grande infinidade de componentes. Segue alguns modelos existentes:

- Arduino UNO: tem controlador Atmega328, 14 entradas/saídas, cristal oscilador de 16MHz, com entradas analógicas no total 6, além da entrada USB, entrada para fonte, botão de *reset* e soquete ICSP (GRUPO DE ROBÓTICA, 2012). Sendo utilizado pela praticidade e pela fácil acessibilidade na compra;
- Arduino Mega2560: tem controlador Atmega2560, 54 entradas/saídas, *clock* 16Mhz, entrada USB, entrada para fonte. Por apresentar mais portas que a UNO permite a implementação de projetos mais complexos, garantindo a eficiência e o baixo custo (GRUPO DE ROBÓTICA, 2012);
- Arduino Due: tem controlador AT91SAM3X8E, 54 entradas/saídas, *clock* 84Mhz, entrada para micro USB, entrada para fonte. O Due apresenta um grande poder de processamento, causado pelo desenho de sua estrutura e seu modo de construção visando a otimização (MÓR et al., 2016); e
- Arduino NANO: tem controlador ATmega168, 14 entradas/saídas, *clock* 16 Mhz, entrada mini USB b, entrada para fonte. Uma diferença entre o Arduino Uno e o NANO, é a presença de 2 entradas analógicas a mais, além de existir um *jumper* de +5V AREF no Arduino NANO (GRUPO DE ROBÓTICA, 2012).

No mercado existe uma grande quantidade de componentes, com vários preços e função desempenhada, que possibilita assim a realização dos mais diferentes projetos.

A *protoboard* também chamado de *breadboard* acaba sendo a base de construção dos projetos, principalmente por não necessitar de soldas nos circuitos, e permite assim reutilizar o material e montar projetos mais complexos (GRUPO DE ROBÓTICA, 2012).

Os *jumpers* podem ser considerados como pequenos fios, que ligam temporariamente os componentes na placa *protoboard* (GRUPO DE ROBÓTICA, 2012).

Os *leds* são tipos de lâmpadas utilizadas para sinalização de atividade em um determinado local do protótipo, tendo a função de indicar as diferentes funções do Arduino utilizadas. No trabalho de Alencar, Moreira, Nogueira (2017) foi desenvolvida uma calculadora em Arduino através de um estudo de caso, que utilizava principalmente os *Leds* para sinalizar os números calculados.

Já os resistores são pequenos cilindros com cores para representar seu valor em Ohms, utilizados para se opor a passagem de corrente elétrica. Quanto maior sua resistência, menos carga passa num condutor (GRUPO DE ROBÓTICA, 2012).

O *buzzer* é um mecanismo que emite som quando acionado, é utilizado para a sinalização sonora quando ocorre um determinado evento no experimento. No trabalho de Silva et al.

(2014) onde o Arduino foi usado para aprimoramento do sensor de temperatura LM35, o *buzzer* era um alarme para quando a temperatura avaliada subisse acima de um limite determinado pelo usuário.

Potenciômetro pode ser considerado um tipo de resistor, normalmente tem sua utilização mais voltada para controlar o volume dos amplificadores de áudio. Quando seus três terminais são utilizados, ele atua para dividir a tensão (GRUPO DE ROBÓTICA, 2012).

Os sensores de luminosidade são utilizados para avaliar o grau de luminosidade no ambiente, pois ela atua sobre o crescimento de alguns seres vivos. No trabalho de Berh et al. (1999) concluiu-se que a luminosidade influencia no crescimento de larvicultura intensiva de *Rhamdia quelen*, sendo quanto mais escuro mais existe crescimento da espécie avaliada.

Sensores de temperatura estão disponíveis no mercado em grande quantidade, com variada precisão, escala de temperatura e custo para aquisição, sendo mais comuns os termopares, RTDs e termistores (MARTINAZZO; ORLANDO; DA URI, 2016). A temperatura tem grande influência na sobrevivência de organismos vivos, pois provoca grandes mudanças nas produções de alimento, sendo necessário o controle da temperatura por meio de sensores para atingir níveis aceitáveis de produção.

O sensor de pH tem como função fazer a avaliação de pH. Os sensores de pH para líquido podem ser utilizados para monitorar ambientes, além de poderem ser utilizados em

processos de alerta e correção automática de substâncias (LEAL JÚNIOR, 2018). O pH para a produção em ambiente aquático influencia na sobrevivência dos seres ali presentes, seu manejo incorreto causa grandes perdas.

Os sensores de oxigênio dissolvido realizam o processo de análise dos níveis de oxigênio dissolvido em soluções, uma função necessária para atingir níveis de produção aceitáveis na piscicultura. Os níveis de oxigênio influenciam principalmente no fornecimento de ração aos peixes, pois não é recomendado o fornecimento de alimento quando os níveis de oxigênio são baixos por ser prejudicial aos animais (SOUSA; FIGUEIREDO, 2018).

Sensores de nível de água funcionam como chaves magnéticas que acionam e desativam circuitos com sensores sonoros ou de bombeamento. Eles podem ser utilizados dentro de sistemas de controle e monitoramento de níveis em conjunto com bombas de água, como no trabalho de Silva, Silva e Lima (2014) onde foi utilizado um tipo de sensor de nível e outras peças em Arduino para criar um sistema de controle de nível em escala pequena e baixo custo.

2.3 Piscicultura

A piscicultura é uma atividade que produz seres aquáticos como peixes e camarão. Para Leira et al. (2017) a piscicultura é uma atividade que procura o cultivo racional de peixes, tendo um planejamento correto de produção e vários custos diretos e indiretos.

Dentre os vários custos, manter a qualidade da água acaba tendo um grande impacto no correto crescimento dos organismos aquáticos e na produção rentável, sendo necessário manter o controle sobre suas características físicas e químicas (OLIVEIRA, 2000).

A temperatura atua sobre os peixes, pois eles são seres ectotérmicos, ou seja, não controlam a temperatura do próprio corpo, dependendo muito dos níveis que estão o ambiente. As atividades de alimentação, movimentação, respiração, digestão e excreção acabam sendo influenciados pelos níveis termais da água, sendo então a atividade dos peixes proporcional ao nível da temperatura.

A cor de água pode indicar se ela é boa para a produção de piscicultura, mas nem todas as vezes a água cristalina é considerada a melhor, no caso principalmente da piscicultura, as águas cristalinas são consideradas impróprias para a produção. De acordo com Oliveira (2000) águas de cores verdes, azuladas ou azul-esverdeadas são as mais indicadas para a produção, por terem os elementos necessários para a manutenção da vida aquática.

A turbidez é uma característica avaliada principalmente sobre a capacidade de a luz passar pela água, sendo considerada uma água turva, a que apresentar coloração de barro. Essa característica atua sobre a produção de oxigênio do tanque, pois águas muito barrentas impedem a passassem de luz para dentro

do tanque, dificultado aos planctos presentes na água de realizarem o processo de fotossíntese.

A característica de transparência é parecida com a turbidez, pois a transparência leva em relação a capacidade da água deixar os raios solares passarem, mas em relação a profundidade medida e o nível de turbidez (OLIVEIRA, 2000).

O pH é considerado uma característica de importância, pois é necessário planejar e adequar os tipos de peixes ao pH da água do reservatório, algo que demanda tempo e mão de obra. Segundo Santos et al. (2016) o pH é um parâmetro importante para a produção de peixes pois afeta o metabolismo e processo fisiológicos deles, por isso um valor geral recomendado é de 6,5 a 8,5 dependendo da espécie.

A alcalinidade tem relação com a presença de carbonatos (CaCO_3) e bicarbonatos (HCO_3^-) dissolvidos na água, que são utilizados na formação dos plânctos presentes na água. Seus níveis ideais são de 20 e 300 mg/L (OLIVEIRA, 2000).

A presença de cálcio e magnésio na água é dado pela característica dureza, sua concentração abaixo de 20 mg/L pode causar a falta de produção de plâncton na água.

O oxigênio dissolvido atua sobre as funções vitais dos peixes, podendo provocar a debilitação dos mesmos, caso haja a diminuição de disponibilidade de oxigênio disponível.

O nitrato amoniacal que vem da decomposição de matéria orgânica, restos de rações e excremento dos peixes, é considerado tóxico e necessita ser medido com frequência durante a

produção. Os nitratos são uma das formas do nitrogênio, e nesta forma acabam sendo mais bem absorvidos pelos plânctons ajudando em seu desenvolvimento, pois são transformados em proteínas utilizadas no crescimento dos mesmos (OLIVEIRA, 2000).

Os fosfatos são uma das formas do fósforo, tendo uma maior absorção pelos plânctons que também o utilizam para a formação de proteínas. As características física e química dos valores recomendados para boa qualidade da água estão demonstrados no Quadro 1.

Quadro 1 – Quadro de valores recomendados da qualidade da água de piscicultura

Análise	Unidade	Valores recomendados
Temperatura	°C	20 até 29
pH	pH	6 até 8
Oxigênio dissolvido	mg/L	4 até 10
N-amoniacal	mg/L	Máximo 0,5 – acima de 2,5 é letal
Fósforo total	mg/L	Até 0,05 (rios) e até 0,025 (lagos)
Cloreto	mg/L	Até 250
Cloro	mg/L	Até 0,02
Amônia total	mg/L	Até 0,60
Ferro	mg/L	0,3 até 1,0

Fonte: Oliveira (2000).

A necessidade de alimento vem aumentando cada vez mais no mundo sendo necessário se procurar novos meios de produção, por isso foi desenvolvido há vários anos a produção em piscicultura. Ela é dividida em três tipos diferentes: semifechado, fluxo contínuo e fechado.

Os tipos de produção semifechados apresentam vários tipos de gastos para sua instalação e processos do dia a dia, mas representam 95% de toda a produção do país, por ser uma técnica mais difundida (MIRANDA, 2012). Ela foi uma das primeiras técnicas desenvolvidas e espalhadas, por isso sua utilização representa uma grande parcela no país.

Os de fluxo contínuo tem um método de uso diferente dos semifechados, mas seus custos de dia a dia são altos, principalmente pela grande quantidade de descarte de água durante o processo de produção.

Os fechados se assemelham aos de fluxo contínuo sobre sua instalação e utilização, mas os gastos realizados pela água são minimizados, pois ocorre o processo de filtragem e reutilização da água no próprio tanque (MIRANDA, 2012).

2.4 Automação na produção de peixes

A utilização da automação para a produção de alimento no Brasil vem aumentando, e dentre as várias atividades desenvolvidas está a piscicultura, é um campo que tem grande possibilidade de aplicação das tecnologias. Segundo Santos et al. (2016) a piscicultura permite a inclusão de máquinas e

desenvolvimentos de novas tecnologias para a criação de peixes em cativeiro.

A produção de peixes tem tido maior visibilidade, pois empresas estrangeiras aumentam cada ano o interesse nas produções do país, principalmente pelos crescentes avanços tecnológicos nas produções de alimento. Para Leal Júnior (2018) a automação vai avançar sobre agropecuária e garantir o aumento das produções, com isso as empresas multinacionais vão ter maior interesse nas oportunidades e assim vão investir mais no país.

No setor da piscicultura, as áreas de automação na alimentação, quando utilizam ferramentas e softwares, facilitam os processos de alimentação, diminuem os impactos ambientais, melhoram a precisão dos períodos de alimentação e viabilizam a alimentação noturna (BRITO et al., 2017). Na aeração dos tanques são utilizados sensores para avaliação do oxigênio dissolvido e a partir dos dados obtidos é acionada uma bomba de oxigenação, caso os níveis estejam baixos pré-definidos (BECK, 2006).

A automação de controle de nível pode fazer automaticamente a troca da água dos tanques, contribuindo com a limpeza e filtragem e a diminuição dos custos e a perda de água (SANTOS, 2016). Sendo uma opção para contribuir nos trabalhos dos produtores de peixes, pois a sua produção depende das condições da água.

3 Trabalhos correlatos

Nos últimos anos vários trabalhos vêm sendo desenvolvidos sobre a utilização do Arduino na piscicultura, e tem se obtido bons resultados. Como no trabalho de Leal Júnior (2018) onde por meio de sua pesquisa demonstrou condições favoráveis para criação de sistemas de produção inovadores, escalável e de baixo custo com o uso de Arduino.

Outros trabalhos procuram meios de automatizar os processos dentro da produção da piscicultura, para facilitar seu manejo. No trabalho de Zaccharias e Rocha (2016) foi observado que a aplicação desta tecnologia é possível por causa dos custos acessíveis dos componentes e por ser aplicável ao controle do ambiente aquático.

A automação pode ser utilizada em vários pontos da piscicultura, em alguns casos ela é aplicada para facilitar a realização de alguns processos. Como exemplo temos o trabalho de Siqueira et al. (2019) que utilizou sensor DS18B20, sensor de turbidez mais modulo eletrônico e o kit SEN0161, controlados por Arduino Uno para facilitar a captação dos dados de temperatura, turbidez e pH respectivamente.

O uso da automação acelera processos como suplementação de adubação das culturas produzidas em consórcio com a piscicultura. Segundo o trabalho de Carneiro et al. (2015), são apontados os elementos cálcio, potássio, fósforo e ferro como sendo importantes para o desenvolvimento das plantas, podendo ser aplicados em processos normais da piscicultura como a

calagem para corrigir pH. Sabendo de forma mais rápida o nível de pH é possível programar o melhor momento de aplicação do produto.

A diminuição de água descartada também é resultado da aplicação da automação, ao criar a possibilidade de uso do sistema de recirculação. Como pode ser visto em Siqueira et al. (2019), uma bomba é utilizada para mandar a água proveniente do tanque para um filtro comum, o que normalmente é utilizado nas produções, mas outra opção é a utilização de plantas como parte do filtro.

Essa solução foi utilizada por Carneiro et al (2015) ao usar a diferença de altura entre os três filtros de plantas diferentes para realizar a passagem de água entre eles, e assim conseguir realizar a produção de hortaliças. A água dos tanques contém uma grande quantidade de macronutrientes que acabam contribuindo muito para o desenvolvimento das plantas (CARLOS et al., 2017). A automação deste processo facilita na diminuição das perdas de água com o sistema, para os produtores torna possível a diminuição de custos e mais uma fonte de renda com uma nova produção, além de poder ser usada em qualquer local.

4 Resultados e discussão

O presente estudo fez uso de pesquisas exploratórias, e foi realizado levantamento bibliográfico para ampliar conhecimento e informações teóricas. A pesquisa possui natureza aplicada, com abordagem qualitativa para criar um meio de tornar automáticos os processos de monitoramento e controle dos níveis de água,

além de utilizá-la para novos tipos de produções, de modo a adequar a tecnologia existente com a realidade do produtor, e assim gerar melhores condições de reaproveitamento da quantidade de água disponível para uso.

Muitos estudos que trabalham com níveis de água nos tanques, levam em consideração a utilização dos desníveis existentes na propriedade, para realizar a troca de água entre eles. Neste trabalho, para substituir em modo proporcional é utilizado o sistema de controle de nível, para fazer o envio da água de um tanque a outro, permitindo a sua instalação em qualquer local mesmo que não haja diferença de nível entre os tanques, além de ajudar a movimentar os detritos do fundo para não se acumularem.

O excesso de material no fundo dos tanques causa diminuição das produções por falta de oxigênio causado pela grande proliferação de algas nos tanques. A realização de manejos de limpeza do fundo é de extrema importância, porém muitas vezes é realizada de forma manual e necessita de alto investimento.

Uma forma de solucionar este problema é a circulação contínua de água, que é muito utilizada em pesqueiros que dispõem de fontes de água como poços e nascentes. No entanto, essa técnica apresenta elevado consumo de água, além de dificuldades para descarte da água já utilizada. Para complementar esta técnica é utilizada a recirculação, porém demanda a utilização de filtros especiais ou de grande manutenção.

Uma opção adotada é a inclusão de uma cultura tipo hidroponia no sistema de recirculação antes do filtro utilizado, para fazer a limpeza pesada da água e após isso usar um filtro de drenagem lenta com uma manta de perlon, por cima para diminuir a manutenção e custos. A produção agrícola pode contribuir para o aumento da renda do piscicultor.

Ao comparar os sistemas (Quadro 2), o trabalho proposto traz como solução a automatização dos processos de monitoramento dos níveis superior, ideal e inferior da água com o acionamento de bombas para equilíbrio do sistema e o benefício de aplicação do reúso da água em qualquer topografia com baixo custo dos materiais.

Quadro 2 – Comparação entre sistemas

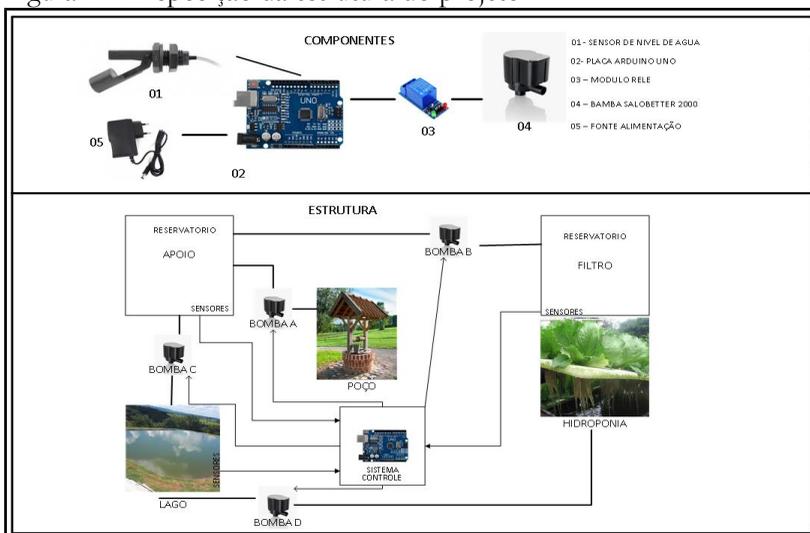
Funcionalidades	Siqueira	Carlos	Carneiro	Hazaski
Recirculação	Sim	Não	Sim	Sim
Uso da água para produção de cultura	Não	Sim	Sim	Sim
Avaliação automática de processos	Sim	Não	Não	Sim
Sistema automatizado	Sim	Não	Sim	Sim
Avaliação de nível de água	Não	Não	Não	Sim
Rega das produções	Contínuo	Manual	Contínuo	Automático
Custo	Baixo	Médio	Baixo	Baixo

Fonte: Elaborado pelos autores.

A Figura 1 apresenta a disposição da estrutura do projeto, com os elementos que a compõem, como o lago principal,

reservatórios, hidroponia, bombas, sensores, sistema de controle e poço. A automação aplicada é a de controle de nível da água, composto por um conjunto de sensores de nível e bombas, para determinar a quantidade de água consumida em cada período de avaliação (mês).

Figura 1 – Disposição da estrutura do projeto



Fonte: Elaborado pelos autores.

O acionamento de cada bomba será realizado com o indicativo dos Sensores de Nível de água Boia Universal / Ideal P/ Arduino, que indicará se o nível de água do tanque de apoio precisa de água externa. Seus acionamentos serão realizados pelo sistema de controle, que utiliza como núcleo central a Placa Arduino Uno.

Os modelos serão utilizados em uma estrutura representativa de um tanque, sendo uma caixa plástica, tendo um local de que vai ser colocado em ar livre, em contato direto com o sol, pois os tanques de produção acabam sofrendo ação do sol também. A cultura de hidroponia é representada por alface plantada em um cano de 1 metro de comprimento, tendo circulação contínua de água.

Será utilizado um cano de PVC para interligar a primeira bomba de água ao tanque de apoio, conforme mostra a Figura 1, onde será instalada uma boia de nível para avaliar a quantidade de água e o acionar da bomba A externa caso necessário. Outro cano de PVC será acoplado à bomba C e interligará o tanque de apoio e o tanque de produção. No tanque de produção também haverá uma boia de nível para avaliação da perda de água.

A água será encaminhada do tanque de produção via encanamento para as áreas agrícolas através a bomba D, tendo como destino final o reservatório filtro. A água é então enviada do reservatório do filtro pela bomba B ao reservatório de apoio, que vai ter também um sensor para indicação de seu nível, para depois continuar a recirculação.

A placa Arduino monitora os sensores de níveis do reservatório de apoio, lago e filtro reservatório, e controla o ligar e o desligar das bombas para manter o nível e corrigir o excesso ou o desequilíbrio nos níveis de água dos reservatórios.

As informações coletadas da programação do Arduino, por meio de um algoritmo próprio para cálculo, geram um relatório

com a quantidade de água em função do tempo, onde o produtor pode observar a quantidade de água necessária a ser adicionada ao sistema, bem como avaliar a quantidade de água que o lago de produção e a hidroponia precisaram no período.

Com estes dados disponíveis, o produtor consegue acompanhar o seu consumo mensal de água, em cada parte do sistema, possibilitando assim procurar possíveis problemas de perda de água dentro da produção, como também meios de melhorá-la.

5 Considerações finais

A automação traz muitos benefícios por verificar o funcionamento do sistema, sem a necessidade da interferência humana, acelera processos e diminui o tempo gasto para execução de tarefas, obtém maior controle sobre os parâmetros e coletas de dados para manutenção do sistema. A partir dos estudos realizados com o levantamento bibliográfico conclui-se que a utilização de um sistema automático de avaliação de nível de água na piscicultura junto com a produção de hortaliças contribui com a eficiência dos processos realizados durante a produção, além de criar oportunidade para novos ganhos econômicos para o produtor.

As informações coletadas pela automação sobre as quantidades de água adicionadas ao sistema pela bomba do poço podem ser tratadas de forma a mensurar a quantidade em litros de água utilizada no sistema, com percentuais de utilização de cada atividade.

Para projetos futuros existe a possibilidade de adição de outros sensores a fim de aferir as características da água, ampliar e refinar os parâmetros para melhoria no reúso da água na piscicultura e utilização de energia para produção.

Referências

ALENCAR, R.; MOREIRA, J. A.; NOGUEIRA, U. S. Estudo de caso do Arduino como Objeto de Aprendizagem em Introdução à Computação. *In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA*, 25., 2017, Brasília, DF. Anais [...]. [S. l]: CEIE, 2017. p. 1164. <https://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/7326>. Acesso em: 10 mar. 2019.

BECK, J. C. P. *et al.* Automação e controle de tanque para Piscicultura. *In: COBENGE*, 34., 2006, Passo Fundo. **Anais [...]**. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2006. p. 6.1

CARNEIRO *et al.* **Montagem e operação de um sistema familiar de aquaponia para produção de peixes e hortaliças.** Brasília, DF: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. (Circular Técnica – INFOTECA-E).

CASTRO, R. S.; AZEVEDO, C. M. S. B.; BARBOZA, M. R. Efeitos de efluente de viveiro de piscicultura e de água de poço na irrigação do tomate-cereja, cultivado em diferentes níveis de adubação orgânica. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 36, n. 3, p. 396-399, 2005.

CONCEIÇÃO, C. H. Z. **Eficiência da pré-filtração e filtração lenta no controle das características químicas, físicas e biológicas da água para piscicultura**. 2002. (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

GRUPO DE ROBÓTICA. **Introdução ao Arduino**. Campo Grande: Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul; Faculdade de Computação, 2012.

LEAL JUNIOR, B. W. Estudo da viabilidade no desenvolvimento de um sistema computacional de baixo custo para monitoramento da qualidade da água em cultivos de organismos aquáticos: aplicação inicial em viveiros escavados. *In: JICE-JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E EXTENSÃO*, 9., 2018. **Anais [...]**. [S. l.: s. n.], 2018.

MCROBERTS, M. **Arduino básico**. Brasil: Novatec, 2012.

MARQUES, J. N. **Impactos ambientais causados pela produção de peixes nos sistemas de criação**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) - Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/15694/1/TCC%20FINAL.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2019.

MARTINAZZO, C. A.; ORLANDO, T.; DA URI, E. Comparação entre três tipos e sensores de temperatura em

associação com arduíno. **PERSPECTIVA**, Erechim. v. 40, n. 151, p. 93-104, set. 2016. Disponível em: http://www.uricer.edu.br/site/pdfs/perspectiva/151_587.pdf. Acesso em: 10 mar. 2019.

MÓR, J. *et al.* Uma abordagem comparativa entre microcontroladores: arduino mega x arduino due aplicados no controle de soccer robots. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE AUTOMÁTICA, 21., 2016, Vitória. **Anais [...]**. [S. L]: Researchgate, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/314039134_Uma_abordagem_comparativa_entre_microcontroladores_Arduino_MEGA_x_Arduino_DUE_aplicados_no_Controle_de_Soccer_Robots. Acesso em: 10 mar. 2019.

MURATORI, J. R.; DAL BÓ, P. H. Capítulo I Automação residencial: histórico, definições e conceitos. O **Setor elétrico**, São Paulo, 2011.

OLIVEIRA, L. **Manual de qualidade da água para aquicultura**. Florianópolis: [s. n.], 2000.

PEIXEBR. Página Inicial. 2018. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/>. Acesso em: 10 mar. 2019.

ROGGIA, L.; FUENTES, R. C. **Automação Industrial**. Rede e-Tec Brasil. Santa Maria: Colégio Técnico e Industrial de Santa Maria – RS, 2016.

SANTOS, M. V. B. *et al.* Monitoramento automático da qualidade de água para pisciculturas. CONGRESSO SUL BRASILEIRO DE COMPUTAÇÃO, 8., Criciúma, 2016. **Anais [...]**. Criciúma: UNESC, 2016.

SILVA, J. L. S. *et al.* Plataforma Arduino integrado ao PLX-DAQ: análise e aprimoramento de sensores com ênfase no LM35. ESCOLA REGIONAL DE COMPUTAÇÃO BAHIA, ALAGOAS E SERGIPE, 2014, Feira de Santana. **Anais [...]**. Feira de Santana: Sociedade Brasileira de Computação, 2014. v. 4.

SILVA, J. T.; SILVA, J. T.; LIMA, G. F. Controle e monitoramento de nível utilizando o arduino uno. *In*: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE E NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 9., 2014, São Luiz, 2014. **Anais [...]**. Rio Grande do Norte: IFRN, 2014. Disponível em: <https://docente.ifrn.edu.br/gustavolima/producao-cientifica/2014/connepi/artigo>. Acesso em: 10 mar. 2019.

SIQUEIRA, R. S. *et al.* SISTEMA AUTOMATIZADO PARA CRIAÇÃO DE PEIXES COM RECIRCULAÇÃO DE ÁGUA. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 11., 2019, Manaus, 2019. **Anais [...]**. [S. l.]: Conbep, 2019. Disponível em: http://servicos.conbep.com.br/uploads/files/trabalhos/trabalho_507.pdf. Acesso em: 10 mar. 2019.

ZACCHARIAS, R. L.; DA ROCHA, R. V. Automação dos processos de produção e controle para aumento de produtividade e redução de desperdícios na piscicultura. **RECoDAF** – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar, Tupã, v. 2, n. 2, p. 52-67, jul./dez. 2016. Disponível em: <https://owl.tupa.unesp.br/recodaf/index.php/recodaf/article/view/35>. Acesso em: 10 mar. 2019.