

O uso de automatização em cultivos de organismos aquáticos: uma otimização ecológica e econômica

Piscicultura, aquicultura, automatização, organismos aquáticos.

Francisco Deynison Lopes Pinheiro^{1*}
Ricardo Pereira Ribeiro²

¹ Pós-graduando em Piscicultura: Sanidade e Desenvolvimento Sustentável, nível especialização, Universidade Estadual de Maringá – UEM:

*E-mail: profdeynisonlopes@gmail.com.

² Professor do Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá – UEM.

RESUMO

Este artigo tem como ênfase a averiguação de dados que fortalecem a importância da automatização vinculada à piscicultura, sendo um viés para uma otimização de manejos de cultivos de organismos aquáticos. A automatização mostra-se como ferramenta essencial para intensificar melhorias nos plantéis, além de possibilitar a coleta de informações, perfaz uma política de aperfeiçoamento de mão de obra sofisticada, em virtude da obtenção de análises dos ambientes de cultivos em tempo real.

A pesquisa foi de maneira criteriosa, acerca do acervo literário para que houvesse uma sustentação de informações promissoras, que já eram esperadas. Concomitante a isso, simulações de aplicabilidade de protótipos foram executadas para no futuro pudessem ser de direcionados de forma física.

Os objetivos desse trabalho visam informar produtores e profissionais da área a respeito da importância da automatização em pisciculturas, tendo um viés tanto ecologicamente sustentável como economicamente viável. Constatou-se a que busca de implementação destes sistemas está cada vez mais crescente, isso mostra que a tecnologia aprimora a mão de obra, facilitando, por exemplo, o cultivo intensivo e ao mesmo tempo, ser capaz de mitigar custos e prejuízos.

Palavras-chave: piscicultura, aquicultura, automatização, organismos aquáticos.



Nutri·Time

Revista Eletrônica

Vol. 18, Nº 06, nov/dez de 2021

ISSN: 1983-9006

www.nutritime.com.br

A Nutritime Revista Eletrônica é uma publicação bimestral da Nutritime Ltda. Com o objetivo de divulgar revisões de literatura, artigos técnicos e científicos bem como resultados de pesquisa nas áreas de Ciência Animal, através do endereço eletrônico: <http://www.nutritime.com.br>.

Todo o conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos seus autores.

THE SE OF AUTOMATION IN CULTIVATION OF AQUATIC ORGANISMS: AN ECOLOGICAL AND ECONOMIC OPTIMIZATION ABSTRACT

This article emphasizes the investigation of data that strengthen the importance of automation linked to fish farming, being a bias towards an optimization of the management of aquatic organism's cultivation. Automation is shown to be an essential tool to intensify improvements in the herds, in addition to enabling the collection of information, it makes up a policy of improving the sophisticated workforce, by virtue of obtaining real-time analysis of the cultivation environments.

The research was judiciously, about the literary collection so that there was a support of promising information, which was already expected. Concomitantly, simulations of the applicability of prototypes were performed so that in the future they could be physically directed.

The objectives of this work aim to inform producers and professionals in the area about the importance of automation in fish farms, having a bias that is both ecologically sustainable and economically viable. It was found that the search for implementation of these systems is increasingly growing, this shows that technology improves the workforce, facilitating, for example, intensive cultivation and, at the same time, being able to mitigate costs and losses.

Keyword: fish farming, aquaculture, automation, aquatic organisms.

INTRODUÇÃO

Com a crescente expansão do agronegócio no país e, com ênfase na aquicultura, no ano de 2020 a piscicultura brasileira produziu um total de 803 mil toneladas, apresentando um crescimento de 5,93%, elevando uma produção de proteína animal considerável, tornando-a uma das áreas mais promissoras no mercado atual. Por este motivo, faz-se necessário uma avaliação das medidas adotadas para intensificações de acompanhamentos de manejos em tempos reais e ao mesmo tempo contribuindo para minimizar prejuízos, aumentando a lucratividade nos empreendimentos da produção de organismos aquáticos, especialmente peixes.

Dentre os diversos tipos de modalidades desse setor, o ramo que vem ganhando destaque nos últimos anos é a piscicultura, prática conhecida como criação de peixes em cativeiro. Essa atividade já vem sendo praticada há muitos anos, principalmente em água doce. Nesta atividade, é possível observar aspectos relacionados à reprodução, a saúde e a qualidade dos peixes, bem como, avaliações inadequadas de qualidade da água nos viveiros (KUBTIZA, 2003; SIQUEIRA et al., 2019).

No dia a dia da piscicultura alguns indicadores são coletados a fim de verificar a qualidade do ambiente de cultivo, com base nesses indicadores é possível analisar a qualidade de água, planejar o arraçamento etc. e, caso os indicadores estejam em desconformidade com o esperado algumas ações devem ser tomadas para a estabilização do ambiente de cultivo (HEIN et al., 2014).

O uso da tecnologia da informação, microeletrônica, técnicas de modelagem, monitoramento por imagens, sensores e atuadores, podem melhorar o trabalho científico-tecnológico, de modo a favorecer a acurácia das pesquisas e o desenvolvimento de sistemas especialistas para tomada de decisão. O futuro do comércio de proteína animal depende, principalmente, de como a indústria conduzirá os seguintes princípios: honestidade, disponibilidade de informações, rastreabilidade, segurança/qualidade e flexibilidade para mudanças (PANDORFI et al., 2012; BRITO et al., 2017).

A tecnologia proporciona a integração de um trabalho ágil e fiel simultaneamente, pois os parâmetros adotados e exigidos para controle de sanidade limnológica na piscicultura são inúmeros, desde a mão de obra eficientemente capacitada à análises bioquímicas periodicamente executadas e armazenadas. Não obstante, os recursos convencionais acabam sobrecarregando o faturamento e tempo da produção aquícola, concomitante a isto, as despesas com trabalhadores em grandes cultivos, acabam compondo uma grande parcela na economia de cultivo. Concomitante a tecnologia proporciona otimização do arraçamento, controle de compostos nitrogenados, biometrias, etc., culminando em melhores ganhos de pesos e qualidade na produção.

A automação costuma ser dividida em automação e automatização. A automatização pode ser entendida como a ação que visa atender as ações repetitivas e mecânicas e a automação baseia-se em sistema que é capaz de substituir ações mais complexas, ações que se adaptam a realidade do processo. "Porém, para uniformizar a nomenclatura, definirá que automação passa a ser o termo genérico que engloba inclusive a automatização" (BRAGA & RABELO, 1999; BRITO et al., 2017).

A aplicação dessas tecnologias, geralmente são os mesmos circuitos integrados utilizados no agronegócio de uma maneira ampla, o que muda são os mais variados sensores que poderão extrair informações químicas do meio, decodificando-as para acionarem um comando, que será capaz de substituir uma ação comumente antrópica, isto é, a automatização substitui expressamente alguns manejos que outrora eram feitos por um profissional utilizando algum kit de análise colorimétrico ou de sondagem.

No entanto, ter uma qualidade técnica não se trata somente dos produtos citados acima, ou de colocar certo número indicado em um tanque, precisa ter equipamentos e disciplina para monitorar e corrigir rotineiramente a qualidade da água, sendo o oxigênio dissolvido um fator limitante em produções de alta densidade, o que ocorre na maioria das vezes (KUBITZA, 2014; GUIMARÃES & LOHMANN, 2017).

Objetivos

Geral

Avaliar as possibilidades de implementação da automatização nos meios de cultivo de pescado, assim como, unir o uso da tecnologia como ferramenta promissora na eficiência dos manejos e na diminuição de custos de produção, culminando no aperfeiçoamento de receitas atrativas aos profissionais de assistência e aquicultores.

Específicos

- Revisar tecnologias de coleta de dados, referente ao pH, O₂, temperatura, compostos nitrogenados, turbidez e transparência, assim como a simulação de monitoramento de temperatura em áreas de cultivos, tendo como exemplo a aplicação na tilapicultura;
- Reforçar os pontos positivos em empreendimentos e o uso de tecnologias de automatização, na otimização dos manejos de produção nas pisciculturas semi-intensivas e intensivas;
- Incentivar o desenvolvimento sustentável em pisciculturas e a sanidade dos ambientes de produção de pescado.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para a realização desse trabalho, foi desenvolvido primeiramente pesquisas bibliográficas sobre o tema escolhido nas mais conceituadas plataformas de pesquisas científicas atuais. Sendo usadas as palavras chaves “automation in aquaculture”, “technology in fish farming”, “cost reduction in fish farming through technology”. Embora o tema não seja aparentemente “palpável”, foi possível elencar um acervo de estudos na área para um desenvolvimento significativo do trabalho. Foram lidos cerca de 20 artigos científicos, quase todos estes pesquisados nas plataformas citadas abaixo.

As principais fontes de pesquisas, foram: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA; (Scientific Electronic Library Online) – Scielo; Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e Science Direct.

A pesquisa bibliográfica seguiu alguns parâmetros na sua construção, foram elas:

- Macrocampo do artigo e número de citações;
- Clareza na exposição das ideias em prol do

- estabelecimento de tecnologias testes, utilizadas nas áreas cultiváveis de peixes;
- Disponibilidade de literatura comum aplicada aos sistemas integrados de avaliação sanitária de pescados, destacando as análises de temperatura, pH e oxigênio dissolvido.
- Análise dos parâmetros usados de maneira vinculada ao tipo de cultivo, fazendo uma correspondência com a cultura em estudo.
- Aperfeiçoamento minucioso de dados utilizados na aplicação de componentes microeletrônicos, assim como testes de protótipos elaborados por meio de simuladores de funcionamento de arduino.
- Análise de custos de instalação e funcionamento de sistemas.

Com essa primeira parte da pesquisa finalizada foi delineado o trabalho de desenvolvimento de um modelo teste (protótipo) de simulação de um *software* de monitoramento de temperatura em uma tilapicultura.

Meios e alvos de aplicabilidade de protótipos

Os modelos de aplicação observados, se pautam a análises de bioquímicas e sanidade da água, a respeito de testes biológicos, como por exemplo, biometria, não foram observados nos trabalhos utilizados como referência para a construção desse trabalho.

A finalidade foi justamente a averiguação de componentes sensoriais de temperatura, que de certa forma corrobora com os resultados dos demais. Basicamente, circuitos eletrônicos utilizam arduino, placa *protoboard*, sendo estas ferramentas capazes de acionarem, por exemplo, um aerador quando um dos sensores detectarem níveis de oxigênio dissolvido (O₂) abaixo de 5 mg/l. Com isso, a aeração mecânica é executada apenas quando for necessário, ficando-o desligado quando os níveis de oxigênio dissolvido (O₂) estiverem satisfatórios.

O sistema eletrônico citado anteriormente para averiguação de oxigênio dissolvido pode ser o mesmo para analisar outros fatores importantes. Os únicos componentes prováveis que irão mudar serão a sonda de coleta de dados e seus respectivos receptores e transmissores.

A homogeneização de nutrientes e temperatura trazem enormes benefícios para um manejo, pois, possibilita o uso integral de um viveiro escavado. Se ocorrer estratificação de um tanque, naturalmente haverá uma discrepância de temperatura, densidade e nutrientes, por isso, manter uma temperatura uniforme proporciona que os peixes estejam presentes em toda a área disponível. É claro que a desestratificação de uma forma abrupta, tende a causar elevação de fitoplâncton e conseqüentemente eutrofização, justamente pela mistura da matéria orgânica depositada no fundo viveiro com as outras camadas.

Modelos dos componentes eletrônicos

A maior parte desse trabalho foi desenvolvido por meio de exploração e de revisão bibliográfica acerca de modelos ou equipamentos eletrônicos usados na automatização de cultivos. A Figura 1 mostra alguns deste componente mais recorrente nas instalações de automatizações de cultivos de peixes.

FIGURA 1: arduino UNO (vista frontal)

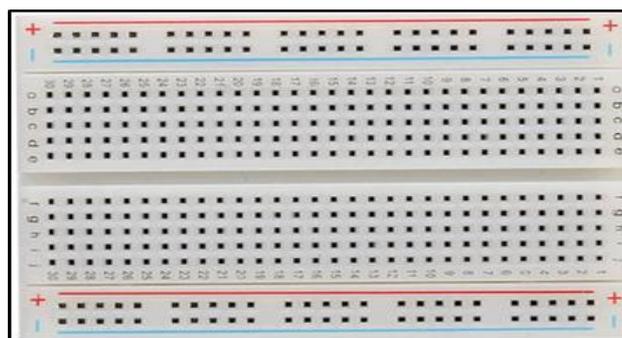


Fonte: www.arduino.cc.

O Arduino Uno, Figura 1, é uma plataforma de prototipagem eletrônica que opera sob software livre. (JÚNIOR et al., 2018).

A Protoboard, Figura 2, é uma importante ferramenta para modelagem inicial do sistema, podendo ser reconfigurada conforme a necessidade e à medida que o projeto avança, nela, é possível montar dezenas de circuitos sem a necessidade da realização de solda (JÚNIOR et al., 2018).

Figura 2: placa protoboard (vista frontal).



Fonte: www.eletrogate.com.

Na Figura 3, temos o sensor de temperatura, que fica submerso coletando em tempo real a temperatura da água, com precisão de: $\pm 0,5$ °C entre -10 °C e +85 °C busca-se monitorar o aspecto físico da água (JÚNIOR et al., 2018).

Figura 3: sensor de temperatura



Fonte: www.eletrogate.com.

A temperatura da água é um dos fatores mais importantes nos fenômenos biológicos exigentes em um viveiro. Todas as atividades fisiológicas dos peixes (respiração, digestão, excreção, alimentação, movimentos) estão intimamente ligadas à temperatura da água. Quanto mais alta a temperatura, maior a atividade dos peixes e conseqüentemente, maior o consumo de oxigênio (OLIVEIRA, 2016; JÚNIOR et al., 2018).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nos trabalhos avaliados, percebeu-se uma maior aplicabilidade de modelos de automatização em *layouts* de Sistemas de Aquicultura e Recirculação-SAR e em viveiros escavados. Quites como SEN0161, por exemplo, consistem em acompanhamentos com sondagem de pH, temperatura, turbidez e oxigênio dissolvido computadas por microcontrolador Arduino Uno, aparecem abundantes nos trabalhos revisados.

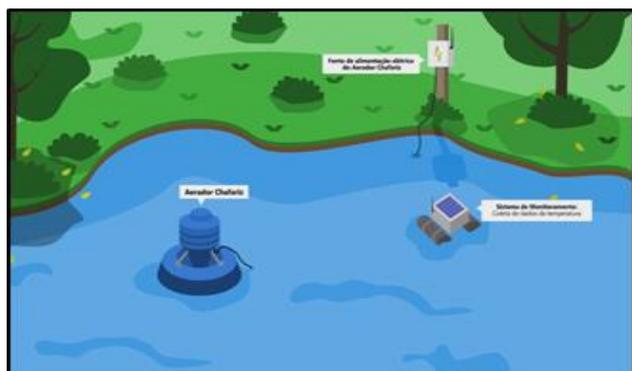
Os Sistemas SAR'S desenvolvidos pela comunidade científica para a criação de peixes em tanques com recirculação de água trata-se do monitoramento e controle manual ou parcialmente automatizado, isso dificulta o controle da qualidade dos peixes e da produção, tornando o trabalho exaustivo e pouco atrativo para os especialistas da área de pesca (SANTOS,2018; SIQUEIRA et al., 2019).

De forma simultânea os resultados coletados são transferidos à sistemas supervisórios, em que, dados são observados em tempo real. Além do monitoramento em tempo real, os receptores de informações possibilitam armazenamentos de dados obtidos, culminando na comparação de resultados, assim, diante do que for extraído o responsável técnico será capaz de adotar as medidas cabíveis para evitar futuras complicações.

Os sistemas de cultivos intensivos mostraram um crescimento gradual na busca de instalações de análises automatizadas, isso leva a crer, que os recursos tecnológicos atribuídos são uma das alternativas que visam intensificar as atribuições remotas, que antes eram exclusivamente antrópicas, demandando mais tempo e mão de obra.

A simulação de automatização adotada nessa pesquisa foi o comando de coleta de dados de temperatura do ambiente de cultivo, por exemplo, já citado anteriormente como um dos dados mais importantes na área do agronegócio (piscicultura). Justamente por ser vinculado diretamente as variações de pH e compostos nitrogenados. Abaixo (Figura 4) está uma imagem hipotética de instalação desse sistema.

Figura 4: simulação de meio de cultivo



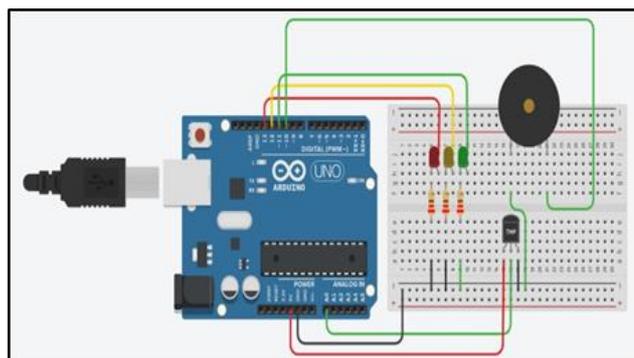
Fonte: Elaborada pelo autor.

Já o material usado na simulação foram: arduino UNO, placa protoboard, leds (vermelho, verde e amarelo), potenciômetro, sensor de temperatura TMP, piezo (buzzer), conectores e resistores (220 Ω). Circuito este que faz parte da composição do sistema de monitoramento para coleta de dados da temperatura.

A instalação, baseando-se na simulação, está a um custo relativamente baixo, em torno de R\$ 350,00 (trezentos e cinquenta reais), contando com um quite completo do arduino UNO, placa de ensaio (protoboard) e sonda de temperatura. Os valores podem sofrer alterações de acordo com a extensão usada na instalação, por exemplo, tamanho da sonda de temperatura e matriz de energia, podendo esta ser alimentada por meio de bateria recarregável, energia elétrica disponível na piscicultura, ou placa fotovoltaica. Na Figura 4 a aeração mecânica está ligada diretamente na energia elétrica, ao contrário do sistema de monitoramento que é alimentado hipoteticamente por uma placa solar.

O monitoramento consiste analisar a temperatura num intervalo de 26°C a 30°C, estando a temperatura nesse intervalo o led verde ficará aceso, caso a temperatura esteja acima de 30°C o led vermelho irá acender e um sinal sonoro será acionado, indicando que a temperatura está alta, neste caso, fora do padrão e, se por acaso a temperatura estiver abaixo de 26°C o led amarelo será aceso, assim como um sinal sonoro será emitido, indicando a temperatura que está abaixo do padrão, como está exemplificado na Figura 5 e na Figura 6 os códigos do sistema de monitoramento.

Figura 5: circuito de monitoramento de temperatura



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 6: códigos do sistema de monitoramento

```

CÓDIGOS DE ACIONAMENTO DO SISTEMA DE MONITORAMENTO DE TEMPERTATURA
PARTE I
const int TPM36 = 0; // entrada sensor no Arduino: A0 - Analógica
float temperatura = 0; // variável tipo float - inicia no 0
int ADClido = 0;
const int Buzzer = 12; // entrada buzzer: 12 - digital
const int Led10 = 10; // entrada led: 10 - digital
const int Led9 = 9; // entrada led: 9 - digital
const int Led8 = 8; // entrada led: 8 - digital
//*****

CÓDIGOS DE ACIONAMENTO DO SISTEMA DE MONITORAMENTO DE TEMPERTATURA
PARTE II
void setup(){
  Serial.begin(9600); // taxa comunicação da placa com o computador
  analogReference(INTERNAL);
  pinMode(Buzzer, OUTPUT);
  pinMode(Led10, OUTPUT);
  pinMode(Led9, OUTPUT);
  pinMode(Led8, OUTPUT);
}
//*****

CÓDIGOS DE ACIONAMENTO DO SISTEMA DE MONITORAMENTO DE TEMPERTATURA
PARTE III
void loop(){
  ADClido = analogRead(TPM36);
  temperatura = ADClido * 0.1075268817204301;
  Serial.print("Temperatura = "); //mostra valor na
  tela
  Serial.print(temperatura);
  Serial.println(" *C");
  if(temperatura > 30){ // setado como 30°C
    digitalWrite(Buzzer, HIGH); //aciona o buzzer
    digitalWrite(Led9, LOW); //aciona o led
    digitalWrite(Led8, LOW);
    else{digitalWrite(Buzzer, LOW);
    digitalWrite(Led10, LOW);
    digitalWrite(Led9, HIGH);
    }
    delay(500);
  }
}

```

Fonte: Elaborada pelo autor.

CONCLUSÃO

Quando o meio é visto como uma fonte de exploração de riqueza e recursos, desde que seja de forma harmônica, isto é, que não seja de maneira predatória ou extrativista é necessárias medidas cautelosas para que os impactos ambientais sejam o mínimo possível.

No cultivo de organismos aquáticos não é diferente, aliás, com a crescente demanda de proteína de pescado atualmente, ensaios para melhorias das ofertas devem ser vistas como uma saída para um suprimento, respeitando a qualidade ambiental, sendo esta uma pauta relevante em virtude de pegadas ecológicas e exaustão ambiental decorrente de ações antrópicas de décadas.

Diante dessa realidade é de suma relevância a adoção de medidas preventivas cada vez mais ágeis, não só voltadas para redução de custos, mas também para o mantimento de meios ecologicamente sustentáveis. Neste sentido a automatização torna-se peça fundamental para intensificar a produção de organismos aquáticos, evitando ao máximo, possíveis despesas com remediações.

Visando uma maior produtividade, neste aspecto, leva-se a crer, que as buscas por trabalho humano irão cair, em virtude da tecnologia substituir o acompanhamento especializado tradicional, isso na verdade é algo passível de acontecer, mas se for observado por outro ângulo a produção será elevada, portanto a substituição não será integral, pois outras ofertas de serviços serão indispensáveis de acompanhamento que não seja puramente a automatização.

Em toda revolução tecnológica existente, não ocorreu substituição integral da tecnologia pela assessoria e consultoria técnica especializada, até mesmo pelo fato de que a tecnologia uma hora ou outra precisa ser restabelecida e aprimorada.

REFERÊNCIAS

- AMORA, E. N. O.; et al. Aquatech: a smart fish farming automation and monitoring app. **Ioer international multidisciplinary research journal**, Candijay, Bohol, v. 02, N° 04, p. 131 – 138, dec., 2020.
- Anuário 2021. **Brasil BR da piscicultura**. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/Anuario2021/Anuari_oPeixeBR2021> Acesso em: 21 de julho de 2021.
- BRITO, J. M.; et al. Automação na tilapicultura: revisão de literatura. **Revista Nutritime**, Maringá, PR, v. 14, n° 03, maio/junho de 2017.
- BELTRAN, G. B.; et al. **Desenvolvimento de um sistema de monitoramento remoto (sem fio) de O₂ dissolvido em água**. Maringá, PR, n° 09, p. 4-8, novembro de 2015.
- CUNHA, K. C. B.; Rocha, R. V. Automação no processo de irrigação na agricultura familiar com plataforma arduino. **Revista eletrônica competências digitais para agricultura familiar**, Tupã, SP, v. 01, n° 02, p. 62-74, julho/dez de 2015.

- CYRINO, J. E. P.; et al. A piscicultura e o ambiente – o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **Revista Brasileira Zootecnia**, Piracicaba, SP, v.39, p.68-87, 2010.
- GUIMARÃES, K. M.; Lohmann, D. Automação de tanques para aquicultura. **Revista Ilha Digital**, Santa Catarina, SC, v. 06, p. 34-47, 2017.
- GOMES, N. A.; et al. Controle e monitoramento da qualidade da água no cultivo de microalgas através de sensores. **Brazilian Journal of Production Engineering-BJPE**, v. 01, n. 01, p. 1–4, 2015.
- JUNIOR, W. B. L.; et al. **Projeto de um sistema de automação para piscicultura utilizando internet das coisas – IOT**. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/334360720>> Acesso em: 17 de abril de 2021.
- LEMA-ILGUÁN, A. F.; et al. Implementación de un sistema automatizado de bombeo de agua para la generación de oxígeno artificial utilizando energía solar para piscicultura de la finca “El Porvenir”. **Revista Científico-Académica Multidisciplinaria**, Manabí, Ecuador, v. 02, Nº 03, p. 291-308, Marzo de 2017.
- MCROBERTS, M. **Arduino Básico**. Tradução: Rafael Zanolli. São Paulo: Novate, 2011.
- PIAMBA-MAMIAN, T. M.; et al. **Implementación de un sistema de monitoreo IoT aplicado a una piscicultura de trucha**. Disponível em: <<http://doi.org/10.23850/22565035.2937>> Acesso em: 12 de junho de 2021.
- PÉREZ, A. A. N.; et al. Construcción de un Sistema de Instrumentación para la Medición de la Temperatura, pH y Oxígeno Disuelto presentes en la Piscicultura bajo Condiciones de Estanque Artificial. **Scientia et Technica Año XVIII**, Pereira, Colombia, v. 18, Nº 02, agosto de 2013.
- PANDORFI, H.; et al. Zootecnia de precisão: princípios básicos e atualidades na suinocultura. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, Salvador, BA, v.13, nº 02, p.558-568 abril/junho, 2012.
- ROJAS-MOLINA, L. Y.; et al. Uso de herramientas tecnológicas en la producción piscícola: una revisión sistemática de literatura. **Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo**, v. 17, Sogamoso-Boyacá, Colombia, p. 47-57, Julio/Diciembre de 2017.
- SANTOS, S. N.; Gonçalves, V. P. um protótipo para medição e controle da qualidade um protótipo para medição e controle da qualidade da água no contexto de sistemas de piscicultura. **Revista de educação, ciência e tecnologia do IFAM**, Amazonas, AM, v. 14, nº 1, junho de 2020.
- SIQUEIRA, I. B.; et al. Internet das coisas (IoT) aplicada ao agronegócio: projeto e implementação de um gateway de IoT sobre a plataforma Arduino para simplificar a automatização da aquicultura. **Braz. J. of Develop**, Curitiba, PR, v. 05, nº 11, p. 26631-26653, novembro de 2019.
- SILVA, A. T.; et al. Tendências e novas tecnologias na agropecuária. **Revista Incaper**, Vitória, ES, v. 09, p. 66-78, janeiro/dezembro de 2018.
- SANTOS, M. V. B.; et al. Desenvolvimento de Sistema Automático de Análise de pH e Temperatura da Água para Aquicultura. **Anais do Computer on the Beach**, p. 325–333, 2018.
- KIRUTHIKA, S. U.; IOT based Automation of Fish Farming. **Jour of Adv Research in Dynamical & Control Systems**, Tamil Nadu, Índia, vol. 09, Nº 01, 2017.
- ZACCHARIAS, R. L.; Rocha, R. V. Automação dos processos de produção e controle para aumento de produtividade e redução de desperdícios na piscicultura. **Revista eletrônica competências digitais para agricultura familiar**, Tupã, SP, v. 02, nº 2, p. 52-67, julho/dezembro de 2016.