

# **AUTOMAÇÃO DOS PROCESSOS DE PRODUÇÃO E CONTROLE PARA AUMENTO DE PRODUTIVIDADE E REDUÇÃO DE DESPERDÍCIOS NA PISCICULTURA**

Renan Lacerda Zaccharias<sup>1</sup>; Rodrigo Vilela da Rocha<sup>2</sup>

**Resumo:** Diferentes processos na criação de peixes em cativeiro são responsáveis pela oneração e inviabilidade da implementação da atividade, neste sentido o projeto tem por objetivo desenvolver de maneira sustentável, eficiente e de baixo custo, soluções para essas dificuldades. A metodologia adotada foi um estudo teórico e qualitativo na criação de um protótipo que utilizará a plataforma Arduino, em conjunto de sensores específicos, para identificar e solucionar problemas de maneira automatizada. O projeto resultará no aumento da produtividade com reduções no desperdício de insumos e energia.

**Palavras-chave:** Agricultura familiar. Aquicultura. Arduino. Sustentabilidade.

## **THE AUTOMATION OF PRODUCTION AND CONTROL PROCESSES TO INCREASE PRODUCTIVITY AND WASTE REDUCTION IN PISCICULTURE**

**Abstract:** The different production processes of fish farming have been responsible for increased costs and become inviable the implementation for this activity. Therefore, the project aims to develop solutions for these problems, in a sustainable way, efficient and at a low cost. The adopted methodology was a theoretical and qualitative study to create a prototype that uses the Arduino platform with specific sensors to identify and solve the

<sup>1</sup> Faculdade de Tecnologia de Presidente Prudente. Bacharel em Administração.  
renan.zaccharias@fatec.sp.gov.br

<sup>2</sup> Faculdade de Tecnologia de Presidente Prudente e Universidade do Oeste Paulista. Mestre em Ciência da Computação. rodrigo.rocha8@fatec.sp.gov.br



problems in an automated way. The project shows that the prototype will increase the productivity, energy efficiency and input cost saving.

**Keywords:** Family farming. Aquaculture. Arduino. Sustainability.

## 1 INTRODUÇÃO

Desde 1995, segundo Ostrensky; Borghetti e Soto (2008), a produção aquícola no Brasil tem crescido acima da média mundial, e com isso vem ganhando posições no ranking internacional da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. Neste sentido o Brasil deixou a 32ª colocação em 1994, para a 12ª colocação em 2012, o que evidencia que a aquicultura brasileira tem se mostrado um mercado muito promissor.

Há uma grande variedade de espécies de peixes que possui alto potencial de exploração no Brasil, porém para alcançar viabilidade econômica nessa exploração é necessário investimento científico e tecnológico. Nesta perspectiva o desenvolvimento desta pesquisa busca criar técnicas eficientes e de baixo custo, justamente para colaborar na redução de custos para viabilizar a implementação da piscicultura.

O controle da densidade de peixes cultivados, monitoramento da qualidade da água, limpeza de tanques, administração de alimentação balanceada, entre outros, são funções obrigatórias para se evitar a perda de peixes (OSTRENSKY; BOEGER, 1998). Percebe-se que diversos processos de manutenção na piscicultura são responsáveis pela oneração e inviabilidade da implementação da atividade, pois necessitam de colaboradores qualificados e de diversos processos manuais, verifica-se também que muitas espécies de peixes apresentam alta fragilidade, exigindo manutenção constante.

A automação, que se caracteriza como uma tecnologia que utiliza sistemas computacionais; eletroeletrônicos ou mecânicos no controle e operação de determinadas funções (BAYER; ECKHARDT; MACHADO, 2011), torna-se um importante recurso para dispensar diversos processos manuais que demandam muito tempo e implicam na oneração dos custos para o piscicultor.

Observa-se que algumas funções frequentes e fundamentais na manutenção da piscicultura como aferir temperatura, pH, oxigênio dissolvido, entre outras, são passíveis de automação, diante disso o objetivo deste trabalho é apresentar uma proposta de 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. ISSN: 2448-0452

desenvolvimento de um sistema que automatize algumas dessas funções fundamentais.

Para tanto, a metodologia deste trabalho se constituiu em estudo qualitativo que, segundo Gil (2008), é capaz de interpretar fenômenos e atribuir significado a eles. A pesquisa também se constitui em estudo teórico, a fim de descrever a piscicultura e a contribuição das tecnologias da informação e comunicação (TIC) para esta cultura, especificamente o uso da plataforma Arduino, que se trata de um hardware e software capaz de, por meio de seus terminais de entrada conectados a sensores, transformar as variáveis do ambiente externo em sinais elétricos (RENNA et al. 2013). Em posse dessas informações torna-se possível processá-las por meio do Arduino, exercer o controle e acionar processos eletrônicos conectados ao terminal de saída do hardware.

A partir da obtenção um conjunto de informações enviados por meio de sensores de temperatura, de pressão, ou de qualquer outro dispositivo, a plataforma tem a capacidade de trabalhar esses dados e atuar na solução de problemas (MCROBERTS, 2011). Diante disso, verifica-se que o Arduino pode ser uma ferramenta capaz de facilitar o processo de leitura e manutenção de alguns indicadores como temperatura, pH, oxigênio dissolvido, entre outros fatores fundamentais para uma boa qualidade da água.

## **2 AQUICULTURA E PISCICULTURA**

Segundo Sacconi (2011), do latim *aqua + cultura*, a aquicultura se resume no cultivo de seres vivos em ambientes aquáticos. Nesta perspectiva, tratamento de rios, tanques, lagos, entre outros, para a criação de animais como peixes, mariscos, etc. ou plantas aquáticas estão diretamente ligados à aquicultura.

De acordo com Ostrensky, Borghetti e Soto (2008), a aquicultura é a sintetização de várias modalidades de cultura, como a piscicultura, a carcinicultura, a ranicultura, entre outros. Para esta pesquisa destaca-se a piscicultura, que consiste no cultivo de uma ou mais espécies de peixes em cativeiro, para consumo próprio ou para comercialização (OSTRENSKY; BOEGER, 1998). Diante disso, a utilização do termo aquicultura nesta

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. ISSN: 2448-0452

pesquisa está diretamente associada ao conceito de piscicultura.

Desenvolver atividades agrícolas, como a de produção de peixes em cativeiro, de maneira sustentável, implica em ser tecnicamente correto. Deve-se preservar a água, a terra, ser economicamente viável e socialmente responsável (CYRINO et al.2010). Assim, a criação de animais aquáticos deve ter como um dos principais objetivos a manutenção da água, ela será a fonte de oxigênio, elemento fundamental para reações e processos fisiológicos dos peixes.

Aferir os principais parâmetros para uma água com características saudáveis é fundamental para se produzir peixes com qualidade (OSTRENSKY; BOEGER, 1998). Verifica-se que o piscicultor, por meio de um processo manual, utiliza kits de análise para medir os principais parâmetros de qualidade da água. Deste modo, o Quadro 1 indica os fatores que devem ser analisados com maior frequência, assim como os períodos do dia que oferecem maior risco a saúde dos animais.

Quadro 1 – Parâmetros e periodicidades para monitoramento da qualidade da água

Parâmetro	Medida ideal	Periodicidade ideal	Período mais crítico do dia
Temperatura da água (Celsius)	Fator depende da espécie de peixe. Tilápias de 18° e 30°	Duas vezes ao dia	Final da madrugada e meio da tarde
Oxigênio dissolvido (Valor mínimo)	Fator depende da espécie de peixe. Tilápias 0,8 mg/l	Duas vezes ao dia	Final da madrugada e final da tarde
pH (Escala de pH)	6 a 8	Uma vez ao dia	Final da madrugada e final da tarde

Fonte: PISCICULTURA: Fundamentos e técnicas de manejo (1998)

Peixes são animais com características pecilotérmicas que, diferentemente dos animais terrestres, possuem maior dependência e são mais afetados pelo ambiente externo (CYRINO et al.2010). Verifica-se que a qualidade da água está intrinsecamente relacionada ao desenvolvimento saudável dos peixes. Deste modo, o bom crescimento, comportamento e reprodução deles poderá ser atingido mediante a manutenção constante dos elementos

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. ISSN: 2448-0452

fundamentais para a boa qualidade do ambiente aquático.

### **3 ARDUÍNO**

#### **3.1 Histórico e Características**

O Arduino é um projeto de código aberto fundado em meados de 2005 por Massimo Banzi e equipe, desenvolvido na *Ivrea Interaction Design Institute* – Itália. O projeto caracteriza-se por ser uma ferramenta de fácil utilização na criação de protótipos (ARDUINO, 2016). Assim, verifica-se que seu desenvolvimento foi destinado a estudantes sem vasta experiência em eletrônica e linguagem de programação. Nota-se que o conceito visa facilitar a criação de sistemas para adaptá-los a necessidades específicas.

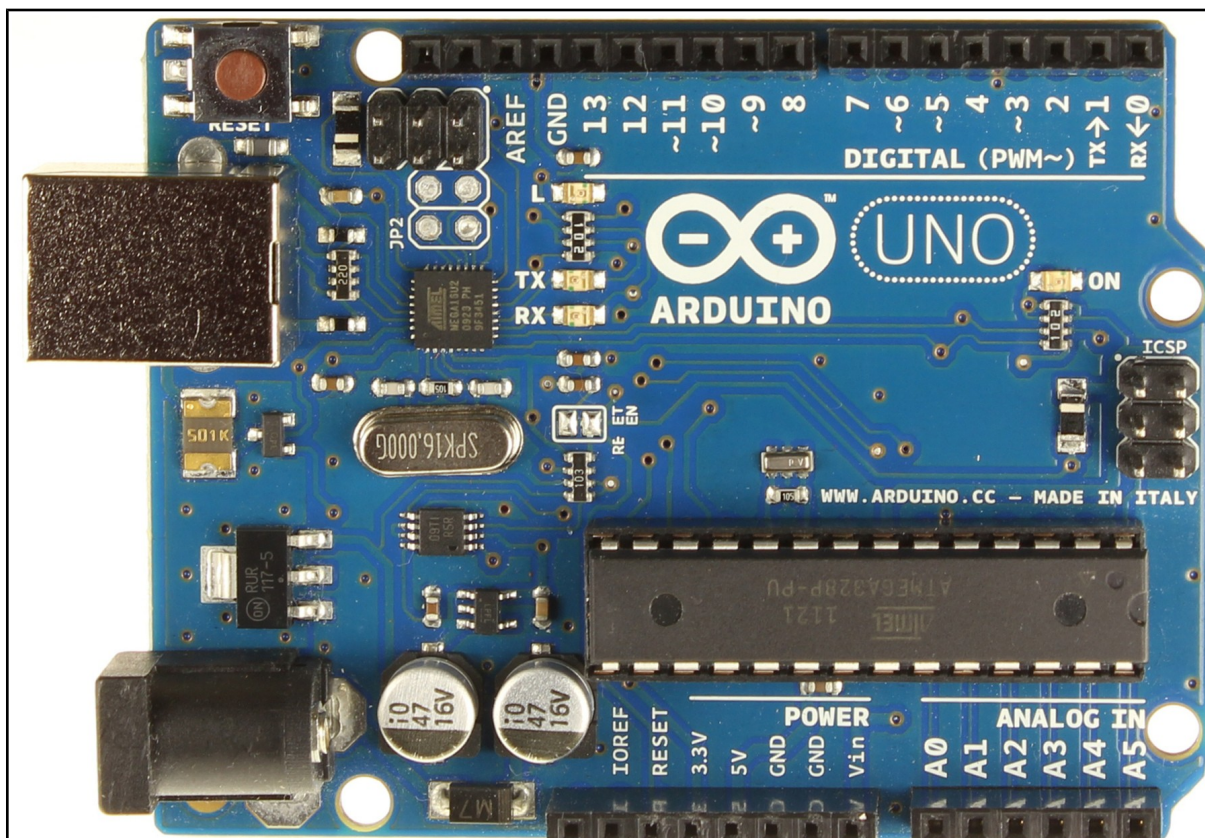
Por intermédio de hardware e software, o Arduino é capaz de interagir com o ambiente, é também conhecido por sua plataforma de computação física ou embarcada (MCROBERTS, 2011). Deste modo, compreende-se que o Arduino é um pequeno computador onde é possível configurar e programar processos de entrada e saída entre a plataforma e o dispositivo externo conectado a ele.

O software utilizado é livre, o IDE (*Integrated Development Environment*) do Arduino possibilita programá-lo em uma linguagem compreensível baseada na linguagem C, que permite ao usuário criar códigos para operá-lo como desejar. Assim, o IDE permite que o seja criado um programa de computador, isto é, uma combinação de instruções ordenadas que são enviadas para o hardware para serem processadas e executadas.

A plataforma, a partir de sua criação em 2005, passa por constantes evoluções. Desde o modelo inicial com considerável restrição de memória, até evoluir para placas com possibilidade de 16 entradas analógicas e entrada USB (SOUZA et al. 2011). Nesta perspectiva, com o desenvolvimento do Arduino e a integração com a interface USB, percebe-se que houve um aumento significativo na versatilidade e diminuição no consumo de energia do produto. Conforme a Figura 1, podemos visualizar a estrutura do modelo UNO.



Figura 1 – Placa Arduino UNO



Fonte: Embarcados (2016)<sup>1</sup>.

### 3.2 Dispositivos de Mensuração

### 3.2.1 Sensor de Temperatura

De acordo com Mcroberts (2011), o sensor de temperatura é bastante utilizado em projetos de Arduino, podendo ser de forma analógica ou digital dependendo do tipo de conector. Assim, sua aplicabilidade viabiliza a execução de diversos projetos, desde protótipos de estação meteorológica, por meio de sensores analógicos como o modelo LM335, até projetos de medições de temperatura da água por meio de sensores digitais, como o modelo DS18B20 ilustrado na Figura 2.

<sup>1</sup> Disponível em: <<http://www.embarcados.com.br>>. Acesso em: 30 nov. 2016.

Figura 2 – Sensor de Temperatura DS18B20



Fonte: Flip e Flop (2016)<sup>2</sup>.

### **3.2.2 Sensor de Oxigênio Dissolvido**

O ar possui apenas 20% (vinte por cento) de oxigênio, no entanto, apenas uma pequena parte desta porcentagem é retida pela água. O oxigênio dissolvido recebe este nome por sua dissolução na água, sua concentração é medida em partes por milhão (ou mg/l) (OSTRENSKY; BOEGER, 1998). Neste sentido, em virtude de sua importância vital para a piscicultura, utiliza-se equipamentos de alta precisão como o sensor de oxigênio dissolvido *Atlas Scientific* com conector BNC, conforme Figura 3.

<sup>2</sup> Disponível em: <[http://blog.filipeflop.com/wp-content/uploads/2015/05/Sensor\\_de\\_temperatura\\_DS18B20.jpg](http://blog.filipeflop.com/wp-content/uploads/2015/05/Sensor_de_temperatura_DS18B20.jpg)>. Acesso em: 30 nov. 2016.



**Figura 3 – Sensor de Oxigênio Dissolvido Atlas Scientific**



Fonte: Atlas Scientific (2016)<sup>3</sup>.

### 3.2.3 Sensor de pH

O pH, chamado também de potencial de hidrogênio iônico, é uma grandeza que mostra os níveis de alcalinidade e acidez de uma solução (SILVA; BATISTA, 2016). Verifica-se que a aferição do pH é fundamental para diversos processos biológicos, além ajudar manter o ambiente aquático saudável, na Figura 4 podemos visualizar o eletrodo de pH com conector BNC.

Figura 4 – Eletrodo de pH com conector BNC

<sup>3</sup> Disponível em: <[http://www.atlas-scientific.com/\\_images/gallery/probes/14-dissolved-oxygen-sensor.png](http://www.atlas-scientific.com/_images/gallery/probes/14-dissolved-oxygen-sensor.png)>. Acesso em: 30 nov. 2016.



Fonte: Gênese Científica (2016)<sup>4</sup>.

#### **4 PROJETO E IMPLEMENTAÇÃO**

O desenvolvimento inicial do projeto consiste na escolha dos equipamentos que serão utilizados, visando o equilíbrio entre funcionalidade, qualidade e custo acessível do material para que haja viabilidade para implantá-lo. De acordo com Ostrensky e Boeger (1998), a compra, uso e manutenção de equipamentos acarretam em custos para o piscicultor, portanto devem ser avaliados não só pelo aspecto técnico, mas também econômico.

Um empreendimento para ser sustentável deve buscar a ecoeficiência em todos os seus processos, isto é, produzir mais utilizando menos recursos (ALMEIDA, 2002). Observa-se que a sustentabilidade é um dos objetivos a ser alcançado pelo projeto, supõe-se que por meio dela busca-se minimizar o desperdício de energia e insumos, de modo a maximizar fatores que tragam produtividade ao piscicultor e benefícios ao meio ambiente.

Após determinar a espécie de peixe que será cultivada, é possível estabelecer as variáveis e os indicadores que deverão ser analisados (OSTRENSKY; BOEGER, 1998). Assim, será possível levantar os dados que servirão de parâmetro para que o sistema possa

<sup>4</sup> Disponível em: <<http://d2fvaoyneucth8.cloudfront.net/assets/38200/produtos/187/eletrodosc06.jpg>>. Acesso em: 30 nov. 2016.

tomar decisões que auxiliem o piscicultor na manutenção da qualidade da água.

O sistema deverá possuir sensores que sejam capazes de aferir os indicadores que necessitam de verificação diária, conforme citado na seção Aquicultura e Piscicultura, no Quadro 1, são: sensor de temperatura, de oxigênio dissolvido e de pH.

A placa Arduino, modelo UNO, difere-se de modelos anteriores por possuir maiores vantagens, dentre elas menor custo, permite atualização e possui melhor interação com o PC (MCROBERTS, 2011). Diante disso, percebe-se que a plataforma modelo UNO é a que melhor se identifica com as condições estabelecidas para a implementação do projeto.

Verifica-se que por meio da inserção de sensores na água que deverá ser avaliada, é possível fazer a coleta de informações como temperatura, oxigênio dissolvido e níveis de pH. Supõe-se que esses dados deverão ser enviados à placa Arduino por intermédio de fios condutores. Observa-se que para a visualização das informações coletadas, haverá a necessidade de conexão de uma pequena tela de LCD à plataforma.

A temperatura da água afeta diretamente o metabolismo dos peixes. Em temperaturas mais altas, peixes consomem mais alimentos e oxigênio, em baixas temperaturas eles comem menos e diminuem o consumo de oxigênio (OSTRENSKY; BOEGER, 1998). Nesta perspectiva, percebe-se que ter ciência da temperatura da água auxilia o piscicultor na administração da quantidade de ração que ele deverá fornecer aos peixes, evitando desperdício de insumos.

Percebe-se que a temperatura está relacionada a fatores climáticos, após a avaliação do clima da região onde será aplicada a piscicultura, seleciona-se a espécie de peixe que será cultivada atentando-se aos limites de temperatura que esta espécie suportará.

Nota-se que o sensor de temperatura é de grande importância no projeto, o equipamento é capaz de medir temperaturas numa escala Celsius de -55° até +125°, com precisão em torno de 0,5° quando está operando entre -10° até +85°, ele também possui

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. ISSN: 2448-0452

resolução de 9 a 12 bits.

O oxigênio dissolvido é o elemento de maior importância para a vida dos peixes e de outros organismos vivos presentes no ambiente aquático. Sua concentração na água diminui sempre que o consumo é maior que a capacidade de produção (OSTRENSKY; BOEGER, 1998). Averigua-se que o sensor de oxigênio dissolvido exerce função fundamental para que o sistema possa reconhecer a deficiência desse elemento na água e atuar na tomada de decisão com o propósito de evitar a morte dos peixes por falta de oxigênio.

O sensor de oxigênio dissolvido possui capacidade de identificar o oxigênio em uma escala de 0 a 35 mg/L, pode atuar a até 60 metros de profundidade e, de acordo com o fabricante, necessita ser calibrado apenas uma vez ao ano.

Em síntese, o pH é uma escala relacionada à concentração de íons de hidrogênio, essa medida varia de 0 a 14. Para a piscicultura ela deve permanecer entre 6 e 8. O pH é responsável por reações químicas no interior das células dos seres vivos. Logo, observa-se que a água com pH com valor 7 é considerada neutra, em contrapartida abaixo de 7 é considerada ácida, e acima de 7 alcalina. Nota-se que o sensor de pH a ser utilizado trabalha em uma escala de 0 a 14, o que atende a necessidade do projeto.

Após a criação do circuito com todos os sensores conectados ao Arduino, é necessário redigir o código no software editor de programas (IDE), definir todas ações que o sistema deverá executar, e então efetuar o *upload* para a plataforma (MCROBERTS, 2011). Portanto, assim que forem determinados os parâmetros de leitura de temperatura, oxigênio dissolvido e pH, o sistema executará medidas preestabelecidas por meio de linguagem de programação.

Ao obter os dados aferidos pelos sensores, e diante da leitura de alguma irregularidade nas medidas aceitáveis de sobrevivência dos peixes, o sistema poderá agir de forma autônoma na solução do problema, ou então informar ao piscicultor que será necessário intervir para que os níveis aferidos voltem a normalidade.

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. ISSN: 2448-0452

Para transmitir informações utiliza-se o módulo GSM/GPRS, que possui funções como as de um celular, ele possui comandos capazes de controlar modems e dispositivos de telecomunicação (JUNIOR; ALVES; CORREIA, 2015). Assim, verifica-se que por meio do módulo GSM/GPRS, é possível transmitir ao piscicultor, por mensagens de texto, voz ou via internet, as informações coletadas pelos sensores.

Adiciona-se calcário, cal e uma série de outros produtos para elevar o pH da água, já para baixar utiliza-se uma quantidade de sulfato de alumínio que varia de acordo com a alcalinidade da água (OSTRENSKY; BOEGER, 1998). Isto posto, compreende-se que obter informações sobre o pH da água é importante para que o piscicultor possa tomar melhores decisões, contribuindo também no equilíbrio do ambiente aquático, tornando-o saudável.

Saber a temperatura da água é fundamental para diversos processos, entre eles o de transporte de alevinos, de transferência de peixes para outros tanques d'água e no controle da quantidade de ração na alimentação. Verifica-se que apesar do clima local ser responsável pela variação da temperatura tornando-se muito complexo interferir nessa variante, ter em mãos informações atualizadas sobre a temperatura da água contribui para vários processos, evitando prejuízos para o piscicultor.

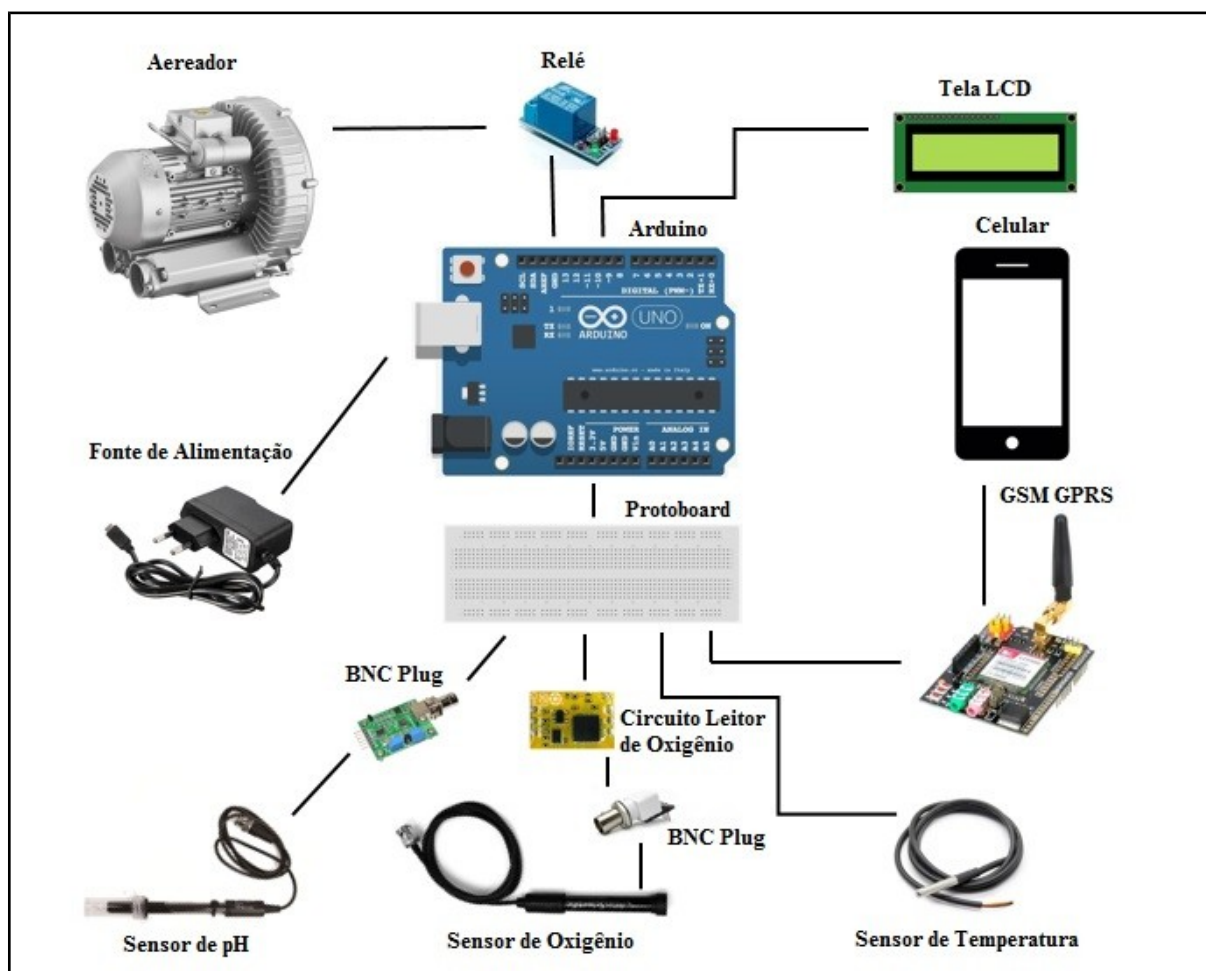
Assim como é importante obter informações sobre a temperatura da água, ter aparelhos que aumentam os níveis de oxigênio na água, são fundamentais na implementação da piscicultura. Eles são chamados de aeradores e podem ser elétricos, ou movidos a motor. (OSTRENSKY; BOEGER, 1998). Nota-se que se o sistema Arduino, por meio do sensor de oxigênio dissolvido, pode identificar níveis de oxigênio que tragam risco de morte aos peixes, ele poderá de forma automatizada acionar os aeradores, de modo a estabilizar os níveis de oxigênio, evitar prejuízos ao piscicultor e diminuir a quantidade de processos manuais na manutenção da qualidade da água.

Destaca-se, na Figura 5, a representação da estrutura de ligações dos dispositivos envolvidos no processo de manutenção da qualidade da água, como os sensores, atuadores e

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. ISSN: 2448-0452

os dispositivos de comunicação.

Figura 5 – Estrutura de ligação dos dispositivos



Fonte: Autores.

Identifica-se pelo projeto teórico que as informações aferidas pela estrutura de ligação, poderão ser enviadas ao aparelho celular do piscicultor, no entanto considera-se, em projetos futuros, a possibilidade da criação de um aplicativo capaz de receber informações e enviar comandos por meio do celular. Nota-se que existe a possibilidade de acrescentar outros dispositivos de mensuração de fatores importantes na manutenção, como concentração de peixes em viveiro, concentração na água de amônia, de nitrato e de gás carbônico.

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. ISSN: 2448-0452



Todos os valores aferidos nos processos serão armazenados em uma base de dados, para que posteriormente possam ser tratados e apresentados ao piscicultor por meio de relatório para tomada de decisão.

## 5 CONCLUSÕES

Diante dos objetivos e suposições propostas, o projeto possui viabilidade em virtude do custo acessível dos componentes necessários para a criação do protótipo, e também possui aplicabilidade por apresentar materiais eficientes no controle do ambiente aquático na criação de peixes em cativeiro.

O projeto apresenta capacidade de ser sustentável e ecoeficiente, pois por meio de sua aplicabilidade é possível produzir mais e utilizar menor quantidade de recursos. Observa-se que, em virtude da utilização da automação, o protótipo permite diminuir o tempo gasto em funções executadas manualmente pelo piscicultor.

Mediante a utilização dos sensores, o protótipo apresenta-se como uma ferramenta importante que pode contribuir para a diminuição da mortalidade de peixes cultivados, e um instrumento oportuno no auxílio da administração de recursos, pois possibilita reduzir o desperdício de insumos, o que conseqüentemente gera aumento na lucratividade.

Por meio da automação, o projeto é capaz de reduzir gastos com energia ou combustíveis, pois poderá acionar ou desativar os aeradores somente quando necessário.

Projeta-se para trabalhos futuros ampliar a quantidade de funcionalidades, como a criação de um aplicativo de celular para interagir com o sistema, a tomada de decisão por meio de relatórios das informações aferidas, a adição de sensores capazes de aferir a concentração de amônia, nitrito e gás carbônico no ambiente aquático e o controle de densidade em viveiros, de modo a evitar a quantidade em excesso de peixes no mesmo ambiente.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. **O Bom negócio da sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2002.
- ARDUINO. **What is Arduino?** Ivrea: ARDUINO, 2016. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Main/Credits>>. Acesso em: 13 out. 2016.
- BAYER, Fernando Mariano; ECKHARDT, Moacir; MACHADO, Renato. **Automação de Sistemas**. 4. ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2011.
- CYRINO, J. E. P. et al. A Piscicultura e o ambiente – o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**. São Paulo, v. 39, supl. especial, p. 68-87, 2010.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2008.
- JUNIOR, C. R. da S.; ALVES, A. R.; CORREIA, L. H. O uso do celular no monitoramento do ambiente de piscicultura. **X Congresso Brasileiro de Agroinformática**. Inhumas, p. 1-11, out. 2015.
- MCROBERTS, M. **Arduino básico**. 1. ed. São Paulo: Novatec, 2011.
- OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J. R.; SOTO, D. **Aquicultura no Brasil: o desafio é crescer**. Brasília: FAO, 2008.
- OSTRENSKY, A.; BOEGER, V. **Piscicultura: Fundamentos e Técnicas de Manejo**. Guaíba: Agropecuária, 1998.
- RENNA, R. B. di et al. **Introdução ao Kit de Desenvolvimento Arduino**. Niterói: Grupo PET-Tele, 2013.
- SACCONI, L. A. **Dicionário Sacconi da Língua Portuguesa**. São Paulo: Escala, 2011.
- SILVA, E. M. da; BATISTA, P. D. Apresentação de uma ferramenta tecnológica para a caracterização elétrica de sensores de pH do tipo EGFET. **Notas Técnicas**. Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p. 1-7, 2016.

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. ISSN: 2448-0452