

AUTOMAÇÃO DO PROCESSO DE AERAÇÃO E ALIMENTAÇÃO NO CULTIVO DE TILÁPIAS¹

Rudinei Hoss Junior²
Marcelo Kenzi Makiyama³
Paulo Miguel de Toni⁴
Bruno Turmina Guedes⁵

RESUMO

O presente artigo trata do desenvolvimento de uma automação para o processo de cultivo de tilápias em viveiros escavados de pequenos produtores, objetivando garantir uma taxa de oxigênio adequada durante o cultivo e alimentação de forma automática em quantidade correta, levando aspectos como a temperatura em consideração para que não haja desperdícios. Para isto foram iniciadas pesquisas de parâmetros de qualidade da água, como taxa de oxigênio, temperatura ideal, concentração de amônia e de alimentação, englobando frequência e quantidade de ração para o cultivo desta espécie em específico. Após, passou-se então para a pesquisa de modelos de aeradores e alimentadores disponíveis no mercado, selecionando então os que melhor se encaixam às necessidades de acordo com o tamanho dos tanques e quantidade de peixes, também levando em consideração o custo benefício dos produtores. Por fim, foi escolhido entre comprar um sistema de controle ou programar utilizando alguma plataforma, optando-se por desenvolver uma programação utilizando a plataforma Arduino para um sistema que possibilita ativar ambos os equipamentos de forma automática. A programação se deu de maneira simples, acionando o aerador no período noturno para auxiliar a preservar as taxas de oxigênio e acionando o alimentador de acordo com o tamanho dos peixes do tanque levando a temperatura em consideração, diminuindo os desperdícios de comida do processo.

Palavras-chave: Automação. Piscicultura. Aeração. Alimentação.

1 INTRODUÇÃO

No cenário nacional a piscicultura apresenta contínuo crescimento, segundo a Associação Brasileira da Piscicultura (2020) a produção de 2019 chegou a 758 mil toneladas, marcando um avanço de 31% nos últimos 6 anos e 4,9% se comparado a 2018. A proteína animal provinda de peixes é a mais produzida no Brasil, sendo que a Tilápia representa 57% do total, apresentando um acréscimo de 7,96% ao longo deste mesmo período.

A grande competitividade que as indústrias do mercado atual impelem, levam a contínuas buscas por melhorias, visando maior produção e/ou menores desperdícios. Isto posto, a opção mais difundida atualmente é a automação de processos manuais, bem como a atual

¹ Artigo Científico apresentado com requisito para obtenção do título de Engenheiro Mecânico.

² UCEFF Faculdades. Acadêmico do Curso de Engenharia Mecânica. E-mail neihoss_junior@hotmail.com.

³ UCEFF Faculdades. Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho. E-mail marcelokem@uceff.edu.br.

⁴ Docente do curso de Eng. Mecânica. paulomiguel@uceff.edu.br.

⁵ Docente do curso de Eng. Mecânica. E-mail: brunoguedes@uceff.edu.br.

forma de alimentação encontrada na maioria das pequenas produções de tilápia, que ocorre de maneira braçal. Ainda de acordo com a Associação Brasileira da Piscicultura (2020) o Brasil encontra-se em quarto lugar na produção de tilápia a nível mundial. A MCassab, empresa associada da Peixe BR, expõe o fato de que o Egito vem logo acima, ocupando a terceira posição, sendo um país que se comparado com o Brasil conta com recursos naturais bem mais limitados, enfatizando a possibilidade de subir ao pódio mundial.

Na região sul há uma grande onda de novos investimentos no ramo da piscicultura por parte das empresas, caracterizando 15,51% de ganho na produção e gerando um salto de 27,5% para 30,3% na participação de produção nacional no total do ano de 2019.

Neste contexto, questiona-se: **como automatizar a aeração e alimentação durante o processo de criação de tilápias em açudes visando menor desperdício e maior desempenho na produção?** Na temática de uma automação do processo de aeração e alimentação no cultivo de tilápias, objetiva-se automatizar o processo de alimentação e aeração na produção de tilápias. Para tal, identificar a melhor taxa de oxigênio para a cultura de tilápias; uma forma de garantir a esta taxa na água; estimar a necessidade de alimentação dos peixes; executar o fornecimento de ração somente se necessário, evitando o desperdício; definir método de análise do nível de amônia para que esta não afete a cultura em questão.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 AQUICULTURA, PISCICULTURA E TILAPICULTURA

Denomina-se aquicultura o cultivo de organismos que tenham a água como habitat, ou maior parcela de seu meio de vida, contando com uma produção global de 110,2 milhões de toneladas em 2016 chegando a 243 bilhões de dólares segundo a FAO, *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, (2018) e também com a estimativa de que em 2030, 60% da produção de pescados direcionados ao consumo em todo o mundo será proveniente da aquicultura, ressaltando o potencial de mercado consumidor e do investimento na área.

Dentro da piscicultura brasileira a espécie mais cultivada é a tilápia, contabilizando 432.149 toneladas em 2019 (Associação Brasileira da Piscicultura, 2020), sendo na grande maioria da espécie Tilápia do Nilo, ou *Oreochromis Niloticus*, e contando com o estado de Santa Catarina em terceiro lugar no ranking de maiores produtores a nível nacional.

2.2 QUALIDADE DA ÁGUA

2.2.1 Nível de oxigênio

Para que o nível de qualidade da água esteja apropriado ao longo da produção muitos aspectos devem ser avaliados, tais quais a taxa e a frequência de alimentação ou aspectos da água, como a temperatura ou nível de oxigênio da mesma. Este último é essencial para obtenção de bons resultados no cultivo, sendo ele o principal limitador para uma boa produção ou até mesmo a sobrevivência dos peixes em casos mais extremos (KUBITZA, 2017), uma vez que a facilidade de respiração destes é diretamente proporcional ao teor de oxigênio na água.

Este dado pode ser coletado através de um oxímetro, aparelho que mede a taxa de oxigênio dissolvido na água e segundo Crescêncio (2017) esta deve ser acompanhada diariamente e mantida entre 3 a 4 mg/litro para um melhor desenvolvimento da espécie em questão, devendo-se suspender a alimentação e utilizar um meio de aeração artificial em caso de taxas inferiores. Com isso em vista, fica explícita a necessidade de um método de aeração que acarrete em bons níveis de concentração de oxigênio na água, atentando-se aos diversos aspectos que influenciam nessa necessidade, como temperatura, luz solar, entre outros.

2.2.2 Temperatura da água

A temperatura da água é um dos fatores que incidem diretamente sobre a produção por consequência de que peixes são animais pecilotérmicos, ou seja, o meio ambiente define a temperatura corpórea deles, afetando o metabolismo (CARMELIN, 2018). A temperatura média ideal varia de acordo com a espécie, ainda segundo o autor, para Tilápias o índice de consumo de ração e do desenvolvimento da população aumenta com temperaturas mais altas, limitando-se a não superar os 32°C ou manter-se abaixo dos 28°C, sendo esta a faixa de conforto térmico da espécie. A Tabela 1, demonstra a variação deste consumo de acordo com determinadas faixas de temperaturas.

Tabela 1 - Taxa de alimentação de acordo com a temperatura da água

Inferior a 16 °C	16 - 19 °C	20 - 24 °C	25 - 29 °C	30 - 32 °C	Superior a 32 °C
Suspender	60%	80%	100%	80%	Suspender

Fonte: Adaptado de SENAR (2019).

2.2.3 Nível de amônia

Quando em excesso a amônia (NH_3) consiste num grande risco para a saúde da população de peixes, sendo assim os níveis desta substância, junto ao nitrito e nitrato devem ser monitorados, garantindo que não ocorram excessos. Segundo Kubitzka (2017) nitrito e nitrato, cujas fórmulas químicas são respectivamente NO_2^- e NO_3^- , provém da oxidação por bactérias da amônia, que se origina na decomposição das matérias orgânicas do ambiente, como o excremento dos peixes.

A taxa de concentração de amônia na água pode ser obtida através de um teste de pH, contando com kits específicos para esta medição ou sondas com a capacidade de efetuar tal leitura. Como explica Pedrotti (2018), os níveis de amônia foram classificados através da concentração letal média, referentes a base de que em 96 horas de exposição contínua ocorra a morte de 50% da população de animais, sigla LC50-96h, que conta com resultados para a produção de tilápia definidos de acordo com Kubitzka (2017) como demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2 - Índice LC50-96h

COMPOSTO	CONCENTRAÇÃO
Amônia	0,17 mg/l de NH_3
Nitrito	2,2 mg/l NO_2^-
Nitrato	620 mg/l NO_3^-

Fonte: Adaptado de Kubitzka (2017).

As análises de pH e amônia devem ser feitas mensalmente e em caso de excessos deve-se suspender a alimentação e tratar adequadamente até que todos os níveis retornem a taxas aceitáveis (CRESCÊNCIO, 2017).

2.3 ALIMENTAÇÃO

Dentre todas as etapas da criação de peixes, a de maior importância compreende a alimentação, englobando a taxa e a frequência de alimentação, além do período do crescimento da população momentânea de peixes. Contabilizam-se 70% do total de gastos do cultivo vindos da alimentação. (CARMELIN, 2018)

Quando dentro da faixa de conforto térmico os peixes têm sua taxa de consumo de alimento, ganho de peso, metabolismo e digestão com índices máximos. Para identificar a quantidade ideal de ração a ser oferecida é seguido tabelas pré-estabelecidas, geralmente construídas com base em resultados obtidos em anos anteriores, como a Tabela 3.

Tabela 3 - Tabela de alimentação de tilápias

Peso (g)	Ração	Quantidade diária	Nº de tratos	Taxa de conversão alimentar
1 - 5	Pó com PB= 42%	14,0%	5	1,0
5 - 10	2-3 mm com PB= 42%	8,0%	4	1,0
10 - 20	2-3 mm com PB= 42%	5,0%	3	1,1
20 - 50	2-3 mm com PB= 42%	4,5%	3	1,1
50 - 150	3-4 mm com PB= 36%	3,4%	3	1,2
150 - 250	4-6 mm com PB= 32%	3,0%	3	1,3
250 - 400	4-6 mm com PB= 28-32%	2,2%	2	1,4
400 - 600	4-6 mm com PB= 28-32%	1,4%	2	1,6
600 - 800	4-6 mm com PB= 28-32%	1,0%	2	1,7
800 - 1.300	6-8 mm com PB= 28-32%	0,8%	2	1,8
1.300 - 1.800	6-8 mm com PB= 28-32%	0,6%	2	2,0
Temperatura de 25 a 28 °C				

Fonte: Adaptado de SENAR (2019).

Senar (2019) relata que para utilizar a tabela deve-se primeiramente coletar a informação do peso médio dos peixes que estão no tanque a ser alimentado. Diretamente a partir deste dado obtemos, analisando a linha correspondente na tabela, o tipo de ração a ser utilizada, ou seja, a sua granulometria e índice de Proteína Bruta e a quantidade de tratos diários. A quantidade de comida a ser lançada será calculada a partir do peso médio e o número de peixes do viveiro específico, onde se obtém o total de biomassa, como demonstrado na equação 1 a seguir:

$$Biomassa (kg) = \frac{n^{\circ} \text{ de peixes} \times \text{peso dos peixes (g)}}{1.000g} \quad (1)$$

A partir do valor de biomassa calculamos a quantidade de ração diária a ser oferecida:

$$Quantidade \text{ de ração diária (kg/dia)} = Biomassa (kg) \times Quantidade \text{ diária (\%)} \quad (2)$$

Com o valor total diário, por fim, calcula-se a quantidade de ração de cada trato de acordo com o valor localizado anteriormente.

$$Quantidade \text{ de ração por trato (kg)} = \frac{Quantidade \text{ de ração diária (kg/dia)}}{N^{\circ} \text{ de tratos}} \quad (3)$$

2.4 ALIMENTADOR AUTOMÁTICO

O aumento de investimentos na piscicultura voltados a tecnologias que viabilizem aumento da produtividade ou redução dos desperdícios, segundo Carmelin (2018), são evidenciados nos grandes produtores de pescado, mas se tornam uma escolha para pequenos e médios produtores que buscam, não só o aumento da produção, como uma menor mão de obra ou maior qualidade no produto final.

Os principais modelos disponíveis no mercado consistem nos ilustrados na Figura 1.

Figura 1 – Alimentador por tração



Fonte: ATT2000 - Trevisan Equipamentos Agroindustriais (2020).

Como o próprio nome já identifica, funciona por tração, acionado pela tomada de força do trator, tratando-se de um sistema mecânico que utiliza uma turbina para ejetar a ração no viveiro.

Tem capacidade para até 3.000 kg e lança o alimento até 20 metros de distância, dependendo da granulometria e massa do mesmo. Esta opção não é automática, ainda necessitando de mão de obra no momento da alimentação (TREVISAN, 2020).

Figura 2 – Alimentador automático fixo na margem



Fonte: Alimentadores Igarapé (2020).

É também um meio de lançar a ração da margem para o viveiro, porém fixo e com acionamento diferenciado, podendo ser através de motores elétricos. Tem uma menor capacidade, girando em torno de 500 kg, mas não necessita de mão de obra, pois utiliza um timer digital para o acionamento. Podem ser alimentados por energia elétrica da rede, bateria ou energia solar (IGARAPÉ, 2020).

Figura 3 – Alimentador flutuante



Fonte: Alimentador flutuador para piscicultura - BrasilPiscis (2020).

Este modelo diferencia-se dos demais por se tratar de um equipamento que fica posicionado no interior do viveiro, contando com bóias que o permitem flutuar, devendo-se limitar a movimentação por cabos para que não fique à deriva até alguma margem. Também

apresenta capacidades reduzidas de até 500 kg e pode ser acionado por bateria ou energia solar (BRASILPISCIS, 2020).

2.5 AERADOR AUTOMÁTICO

De acordo com Guimarães e Lohmann (2017), taxas insuficientes de oxigênio presente na água podem acarretar numa baixa eficiência alimentar e até mesmo num retardo no crescimento dos animais, culminando num risco de doenças elevado e à morte dos peixes durante o processo. Para controlar estes acontecimentos utiliza-se um sistema automático de aeração que possibilita manter a taxa de oxigênio dissolvido do meio em níveis de conforto de acordo com a espécie produzida. Segundo Crescêncio (2017) são necessários de 4 a 5 aeradores a cada hectare de viveiro escavado.

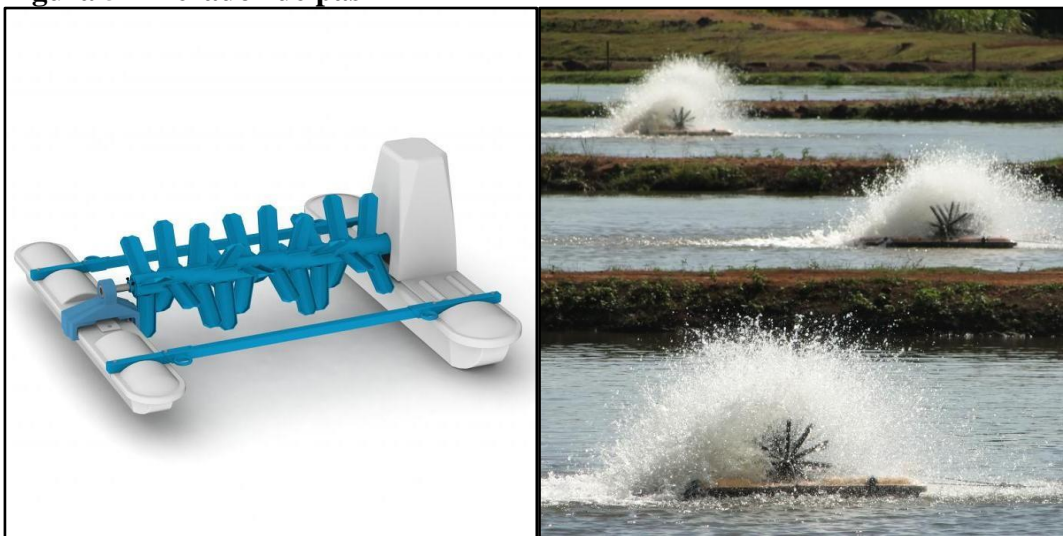
Atualmente o mercado conta com vários modelos de aeradores diferentes, mas estes podem ser resumidos nos seguintes tipos.

Figura 4 – Aerador chafariz



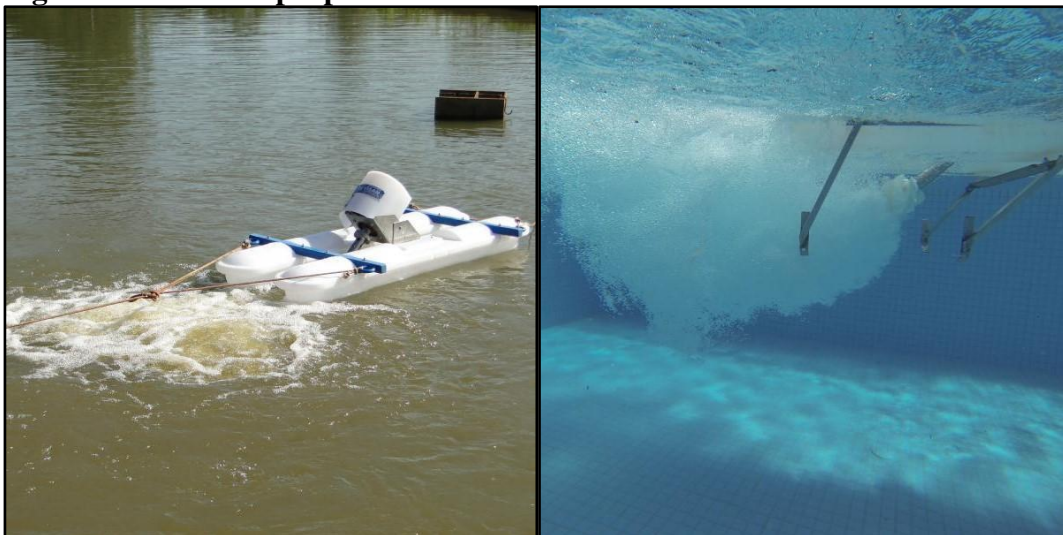
Fonte: Aerador de Chafariz - Agricotec (2017).

Como o nome já diz, consiste num grande chafariz que faz com que a água absorva o oxigênio constantemente, apesar disso tem um custo elevado em relação aos outros modelos (TREVISAN, 2020).

Figura 5 – Aerador de pás

Fonte: Trevisan - Equipamentos Agroindustriais (2020).

Ainda de acordo com Trevisan (2020) o aerador de pás cumpre a mesma função básica de remexer a água fazendo com que esta absorva o oxigênio presente do ar e conseqüentemente transfira o mesmo para a água, mantendo os níveis de oxigênio desta em taxas adequadas.

Figura 6 – Aerador propulsor

Fonte: Trevisan - Equipamentos Agroindustriais (2020).

Uma turbina axial que injeta oxigênio na água através de uma bomba (TREVISAN, 2020). É um bom método de oxigenação, porém se o viveiro não tiver uma profundidade adequada este pode liberar a amônia contida no fundo do viveiro, prejudicando a qualidade da água.

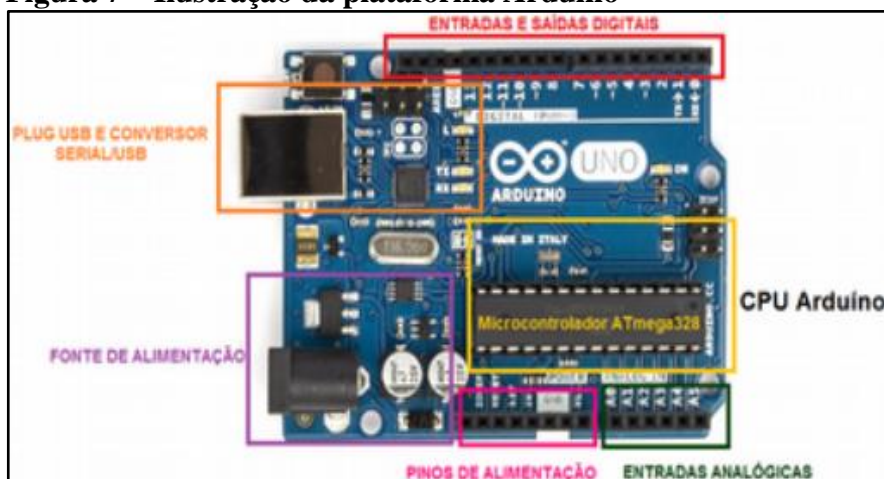
Ainda de acordo com os autores Guimarães e Lohmann (2017), os aeradores podem se dividir em três grupos, no quesito de tempo de acionamento:

- Aeração contínua, onde o sistema se encontra ligado por toda a extensão do dia, seja durante todo o cultivo ou apenas nas fases de alta biomassa e com quantidades de ração maiores, ocorrendo maior consumo de oxigênio.
- Aeração suplementar, ou seja, somente se ativam durante o período noturno, quando o processo de fotossíntese não ocorre, devido a luz solar não se fazer presente. Este retorna a se desativar com o amanhecer, pois a taxa de oxigênio volta a ser suprida pelos processos naturais.
- Aeração emergencial, que somente é ativado os sistemas auxiliares quando determinado sensor efetua a leitura de níveis baixos de oxigênio dissolvido no ambiente aquático e emite um sinal para o acionamento do aerador até que as taxas se estabilizam.

2.6 ARDUINO

É uma plataforma planejada por David Cuartielles, David Mellis, Gianluca Martino, Massimo Banzi e Tom Igoe, visando facilitar desenvolvimentos de protótipos envolvendo eletrônica, necessitando apenas uma conexão a um computador ou rede de internet (MOURÃO, 2018). De acordo com Cunha e Rocha (2015), o arduino possui entradas e saídas digitais e entradas analógicas, nessas se utilizam sensores como o de temperatura, turbidez, etc. Para sua alimentação a plataforma necessita uma tensão de 7 até 12 volts, como uma pilha, bateria, fonte ou conexão USB. Possui uma entrada USB que além da alimentação é a maneira de aplicar determinada programação à placa controladora, esta devendo ser escrita em linguagem C++, uma linguagem de fácil aprendizado (CUNHA; ROCHA, 2015).

Figura 7 – Ilustração da plataforma Arduino



Fonte: Cunha e Rocha (2015).

Há inúmeras variações de Arduinos, variando suas entradas, saídas, capacidades e consequentemente suas aplicações e dimensões, a mais acessível e destinada para usuários iniciantes trata-se do modelo Arduino UNO, como ilustrado anteriormente na Figura 7.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A execução prática deste foi direcionada à propriedade Vedovatto, localizada em Caxambu - SC na qual está se iniciando a produção de tilápias em viveiro escavado (açude) com uma área total de 6.000 m², sendo dividido em três tanques, com um processo que se dá por trabalho totalmente manual.

Com base nas pesquisas realizadas foi selecionado dentre os modelos disponíveis no mercado o aerador chafariz da marca Agricotec, como ilustrado na Figura 8:

Figura 8 – Aerador selecionado para instalação



Fonte: Aerador de Chafariz - Agricotec (2017).

Este modelo conta com um sistema de ventilação que impede que água entre no motor, além de possuir uma hélice de nylon de alta resistência e proteção em inox aramado para evitar possíveis danos. Sua principal característica é a baixa energia consumida, resultando também numa boa durabilidade ao equipamento (AGRICOTEC, 2017), fatores que levaram a escolha do mesmo.

Já para a alimentação o modelo julgado mais adequado, pela facilidade de não necessitar de mão de obra e permitir uma maior abrangência e homogeneidade na área a ser lançada a ração, foi o alimentador flutuante. A coleta de dados da temperatura será feita através de uma sonda simples, porém que possa ficar permanentemente submersa sem quaisquer danos.

Para a coleta da taxa de oxigênio e amônia os equipamentos necessários têm custos muito elevados, impossibilitando a compra dos mesmos no momento. Todavia, a taxa de pH da água recebe interferência direta da concentração de amônia, ainda podendo ser coletada manualmente através de um kit de medição de pH de maneira mensal para que as medidas necessárias sejam tomadas de acordo com o exposto por Crescêncio, 2017. O sistema foi programado através da plataforma Arduino, modelo UNO, uma opção disponível para desenvolvimentos de estudos ou projetos pessoais de fácil acesso e indicada para os iniciantes em projetos eletrônicos.

4 RESULTADO E ANÁLISE DOS DADOS

Para a realização das melhorias propostas foram tomadas algumas medidas com relação à produção. Dentre os três tanques foi optado por alojar os alevinos apenas no primeiro e selecioná-los a partir de aproximadamente 4 cm de comprimento para o segundo tanque, para selecionar melhor o tipo de ração necessária de acordo com o exposto por Senar (2019).

Seguindo o raciocínio apresentado por Crescêncio (2017), para garantir a qualidade da água, se faz necessário um aerador a cada 2.000 m² de espelho d'água, portanto evidencia-se a compra de um aerador para cada tanque do cultivo. O desenvolvimento do projeto se dará inicialmente no tanque 3, após as etapas iniciais do cultivo onde, de acordo com a Tabela 3 são necessários cerca de 50 kg de ração por dia, visto que os peixes já pesam cerca de 250 gramas e esta distribuição ainda estava acontecendo por meio de baldes, justificando a necessidade de um alimentador. Posteriormente as melhorias serão replicadas em todos os tanques.

Isto posto, foram instalados os três aeradores, um em cada tanque, conforme dados técnicos referentes ao modelo selecionado, encontrados na Tabela 4.

Tabela 4 - Dados técnicos do aerador

ESPECIFICAÇÕES	AGT-CB-200
Consumo	1,5 kW/h
Voltagem	110/220/380/440
Potência	2 cv / 1,50 kW
SOTR (kg de O ₂ /h)	2,87
SAE (kg de O ₂ /kW.h)	2,66
Vazão (m ³ /h)	230
Diâmetro do Leque (m)	5,5
Profundidade mínima (m)	1,5
Hélice	Nylon
Cesto de Proteção	Inox
Flutuador	Polietileno de alta densidade com tratamento UV
Área de abrangência	2.500 a 3.000 m ²

Fonte: Adaptado de Agricotec (2017).

Durante a busca por um alimentador flutuante foram encontrados em um produtor próximo dois alimentadores deste modelo, como mostra a Figura 9, que não estavam funcionando.

Figura 9 – Modelo de alimentador encontrado

Fonte: Autor (2020).

Após verificar, foram necessárias somente as trocas de alguns suportes internos e a instalação de um motor de centrifuga usado para que estes estivessem operantes, funcionando normalmente. Já para análise da temperatura apesar de muitos modelos de baixo custo no mercado, sendo necessário este ser à prova d'água, foi encontrado um sensor que era utilizado num aviário, porém em boas condições e ainda com características suficientes para o projeto.

Figura 10 – Ilustração do sensor de temperatura

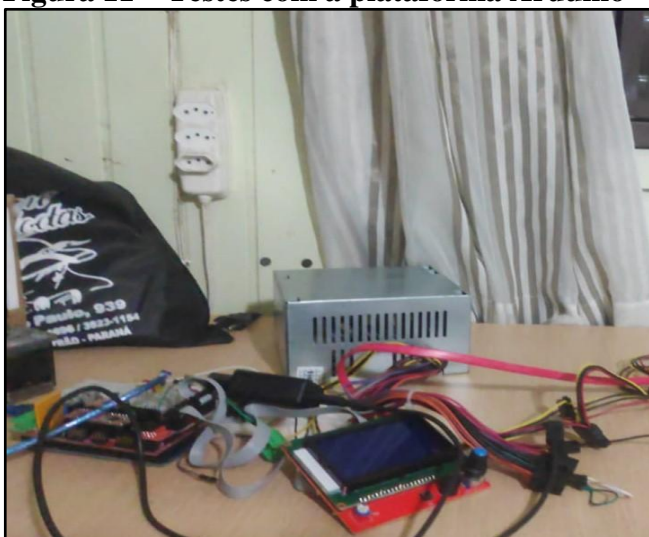


Fonte: Autor (2020).

Levando em consideração a grande dificuldade para controlar a temperatura da água durante todo o cultivo, a leitura da temperatura somente irá possibilitar o racionamento no momento da alimentação. O acionamento do alimentador se dá conforme programação de um sistema que recebe as informações de temperatura do sensor localizado no viveiro.

A programação foi iniciada em partes, testando cada um dos equipamentos de forma individual e efetuando as correções e melhorias devidas.

Figura 11 – Testes com a plataforma Arduino



Fonte: Autor (2020).

Por fim, os aeradores se ativam apenas baseado no horário, ligando no período noturno das 21:00 as 06:00 de acordo com os tipos de acionamentos citados por Guimarães e Lohmann (2017) de maneira suplementar e, por hora não emergencial, onde posteriormente se ativará

caso seja efetuada alguma leitura diária de concentração de oxigênio inferior a 3 mg/l de água em conformidade com as taxas defendidas por Crescêncio (2017), neste caso, interrompendo também a alimentação. Esta também deve ser suspensa em caso de excesso de amônia, obtido no teste mensal junto aos de pH, retornando a alimentação manualmente após o tratamento das irregularidades.

A alimentação segue uma lógica mais complexa, onde o tipo de ração vai ser definido pelo produtor de acordo com a fase de cultivo de cada tanque, porém a quantidade de tratos e de alimento a ser lançada será calculada a partir do raciocínio demonstrado por Senar (2019). As informações retiradas através do sensor de temperatura irão influenciar diretamente neste valor, onde seguindo a tabela 1, irá definir se o programa fornece uma taxa menor de alimento a cada trato para reduzir os desperdícios.

Isto posto, após todas as implementações, houveram mudanças significativas com a diminuição de mão de obra, pois era necessário que uma ou até duas pessoas se deslocassem até os viveiros até 5 vezes por dia para alimentar o cultivo, utilizando baldes para lançar a ração na água, sendo que a mesma poderia voar com o vento e cair na margem, fazendo com que os peixes não comessem. Além do custo de mão de obra e conforto, visualizou-se um consumo de ração menor, pois não há perda de comida por fatores naturais como a atuação do vento ou a temperatura. Apesar de ser o primeiro lote a ser produzido, podemos estimar, através do número semanal de ração consumidos uma economia de até 25%, visto que nas primeiras semanas foram gastos em média 28 sacos de ração e atualmente este número se encontra em cerca de 21 sacos. Vale lembrar que, segundo Carmelin (2018), 70% do total de gastos do cultivo da piscicultura provém da alimentação, enaltecendo os ganhos obtidos com o projeto.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo apontou a necessidade de automação que pequenas produções de tilápia, objetivando essa automação através de um sistema que garantisse a taxa ideal de oxigênio e alimentação adequada, sem desperdícios, fatores que foram concluídos com a instalação de um aerador e alimentador no tanque estudado, controlados por uma programação no Arduino, utilizando de equipamentos, na sua maioria, com um bom custo benefício. Por fim garantiu-se a qualidade da água por meio de testes mensais de amônia, aeradores funcionando de modo suplementar diariamente e os alimentadores fornecendo a ração via programação,

garantindo um menor desperdício de ração, que será evidenciado nos lucros obtidos ao fim da produção do lote.

Para futuros estudos ressalta-se uma análise referente ao nível de amônia e de oxigênio, pois são de suma importância para o cultivo da piscicultura, podendo recorrer a sondas especiais, que tenham capacidade de efetuar leituras contínuas, e melhorias na programação visando definir novos parâmetros de funcionamento para um sistema mais completo.

REFERÊNCIAS

AGRICOTEC. **Catálogo de produtos - Agricotec tecnologia para aquicultura**. Jaraguá do Sul, 2017. Disponível em: <http://www.agricotec.net/pt-br/produtos/aeradores/>. Acesso em 11 maio 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA. **Anuário Brasileiro da Piscicultura PEIXE BR 2020**. São Paulo, 2020. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/anuario-2020>. Acesso em 17 mar. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: informação e documentação: referências: apresentação. Rio de Janeiro, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520**: informação e documentação: citações em documentos: apresentação. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14724**: informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação. Rio de Janeiro, 2011.

BRASIL PISCIS. **Produtos Piscicultura e Carcinicultura**. São Paulo, 2020. Disponível em: <https://loja.brasilpiscis.com.br/produtos/comprar-alimentador-flutuador-p-500kg-para-piscicultura/>. Acesso em 18 jun. 2020.

CARMELIN, Célio Aparecido. **Ajuste do fornecimento automático de ração de acordo com a temperatura da água para tilápias criadas em tanques rede**. Botucatu, 2018. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/154521>. Acesso em 11 abr. 2020.

CRESCÊNCIO, Roger. **Sistema intensivo de cultivo de tambaqui**. 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1354377/29102107/Roger+Cresc%C3%Aancia+-+Sistema+de+cultivo+intensivo+de+tambaqui.pdf/0dbdb713-434c-2f99-4685-2c1db286d37b?version=1.0>. Acesso em 13 jul. 2020.

CUNHA, Kianne Crystie Bezerra; ROCHA, Rodrigo Vilela. **Automação no processo de irrigação na agricultura familiar com plataforma arduíno**. Presidente Prudente, 2015. Disponível em: <https://owl.tupa.unesp.br/recodaf/index.php/recodaf/article/view/13>. Acesso em 10 ago. 2020.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Fisheries and Aquaculture Department FAO Aquaculture e-Bulletin**. 2018. Disponível em:

<http://www.fao.org/fishery/static/e-Bulletin/en/FI-Aquaculture-L/en/Apr2018.pdf>. Acesso em 05 abr. 2020.

GUIMARÃES, Kevin Manoel; LOHMANN, Daniel. Automação de tanques para aquicultura. **Revista Ilha Digital**, Florianópolis, vol. 6, p. 34-47, 2017. Disponível em: <http://200.135.184.24/index.php/ilhadigital/article/view/92>. Acesso em 15 maio 2020.

IGARAPÉ ALIMENTADORES. **Produtos Igarapé**. São Paulo, 2020. Disponível em: <https://www.grupoofftex.com.br/produtosigarape>. Acesso em 25 maio 2020.

KUBITZA, Fernando. A água na aquicultura. **Panorama da Aquicultura**, Laranjeiras, vol. 27, n. 162, jul./ago. 2017. Disponível em: <http://acquaimagem.com.br/website/artigos-publicados-em-revistas>. Acesso em 23 mar. 2020.

MOURÃO, Oséias. **Arduino & ensino de Física: automação de práticas experimentais**. Tianguá, 2018. Disponível em: <https://ifce.edu.br/sobral/campus-sobral/cursos/posgraduacoes/mestrado-1/mnpef/arquivos/5-produto-educacional-arduino-e-o-ensino-de-fisica.pdf/view>. Acesso em 07 dez. 2020.

PEDROTTI, Fabiola Santiago. **Toxicidade aguda de amônia e nitrito em juvenis de robalo flecha *Centropomus undecimalis* (Perciformes: Centropomidae)**. Florianópolis, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/194268>. Acesso em 20 abr. 2020.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL. Piscicultura: alimentação. **Coleção SENAR**, Brasília, n. 263. 2019. Disponível em: https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/263-Piscicultura-Alimenta%C3%A7%C3%A3o_191025_203233.pdf. Acesso em 27 jul. 2020.

TREVISAN. **Catálogo de produtos para aquicultura - Trevisan Equipamentos Agroindustriais**. Palotina, 2020. Disponível em: <https://www.trevisan.ind.br/aquicultura>. Acesso em 19 mar. 2020.