

COMPARAÇÃO ENTRE UM TERMÔMETRO CONSTRUÍDO COM ARDUINO E TERMÔMETROS USADOS NO MERCADO

Midson Jonhatas RÉGIS-SILVA¹; Osmar Francisco Pinto dos SANTOS¹; Luiz Carlos da SILVA-JÚNIOR¹; Hermes Magueira DINIZ¹; Ugo Lima SILVA¹; Maurício Nogueira da Cruz PESSÔA¹; Mário Henrique Bento Gonçalves e OLIVEIRA^{1*}

¹Unidade Acadêmica Serra Talhada, Universidade Federal Rural de Pernambuco

*email: mario.oliviera@ufrpe.br

Recebido em

Resumo - Em aquicultura é necessário um controle da qualidade da água, em especial de alguns parâmetros físico-químicos. Entre estes se tem a temperatura, que influencia o desempenho dos organismos aquáticos. Nesse trabalho, compara-se a eficiência de um termômetro construído com o uso de uma placa Arduino com diversos termômetros usados na aquicultura. Comparou-se através do teste t, o comportamento do termômetro feito com Arduino, e os termômetros espeto, laser e multiparâmetro. Concluiu-se que o multiparâmetro pode ser substituído pelo termômetro feito com Arduino com um custo compatível com o termômetro espeto.

Palavras-Chave: Aquicultura, Instrumentação, Temperatura

COMPARISON BETWEEN A THERMOMETER BUILT WITH ARDUINO AND THERMOMETERS USED IN MARKETPLACE

Abstract - In aquaculture it is necessary to have a control of water quality, especially regarding some physical-chemical parameters. Among them, there is the temperature that influences the performance of aquatic organisms. In this work, the efficiency of a thermometer constructed with the use of an Arduino board with several thermometers used in aquaculture was compared. It was compared, through the t-test, the behavior of the thermometer made with Arduino, and the skew, laser and multi-parameter thermometers. It is concluded that the multi-parameter can be replaced by the thermometer made with Arduino with a cost compatible with the skewer thermometer.

Keywords: Aquaculture, Instrumentation, Temperature

INTRODUÇÃO

Em aquicultura, nos regimes intensivo, e semi-intensivo é extremamente relevante o controle dos parâmetros físico-químicos da água, pois estes podem influenciar o desenvolvimento dos organismos aquáticos (FERNANDES, 2010; NASCIMENTO, F.L. & OLIVEIRA, M.D, 2010). Entre esses parâmetros se tem a temperatura, que mede o grau de agitação das moléculas de água (HALLIDAY, RESNICK & WALKER, 2006). A temperatura pode influenciar o desempenho dos organismos aquáticos, sendo que cada organismo possui uma faixa de temperaturas, na qual este organismo pode ter melhor, ou máximo desempenho das suas funções vitais (COUTO, 2015). O controle de temperatura é feito através de leituras manuais por meio de diversos instrumentos, tais como termômetro espeto, termômetro laser, e multiparâmetro. As leituras são feitas, geralmente, de duas em duas horas (MERCANTE et al., 2011).

A placa Arduino Uno é um hardware aberto, que usa a linguagem Wiring, e interface IDE para projetos de automação de baixo custo (Grupo oito Arduino, 2016). Dessa forma, pode-se construir um dispositivo para monitorar a temperatura de um tanque destinado à aquicultura por meio de um sensor de temperatura ligado à placa Arduino Uno (ROSA, GIACONELLI & TRENTIN, 2014). Essa possibilidade representa uma alternativa de baixo custo, além de um monitoramento automatizado sem a interferência direta da mão humana, evitando erros devido à fadiga do usuário no uso dos instrumentos de leitura tradicionais da aquicultura, tais como: termômetro espeto, termômetro laser ou mutliparâmetro.

Neste estudo, compara-se a eficiência do monitoramento de temperatura em um tanque destinado à aquicultura com o monitoramento realizado com termômetro espeto, termômetro laser e multiparâmetro.

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizou-se uma placa Arduino Uno com 14 pinos digitais com tensão elétrica valendo 0 ou 5 V, pinos analógicos com tensão elétrica variável, uma saída de 5V, uma saída de 3,3 V, e duas portas para aterramento da placa (GND). Para captar a temperatura da água do tanque foi usado um sensor DS18B20, que é um sensor que lê a temperatura da água e transforma em um sinal analógico para o Arduino. Esse foi conectado a um pino analógico da Arduino Uno. Para guardar os dados foi usado um leitor de cartão SD e um cartão SD ligados à Arduino Uno através de vários pinos analógicos. As leituras eram feitas por meio de um programa feito na linguagem Wiring, própria para Arduino. Na primeira função do programa foi configurado o sensor, e o leitor de cartão. Na segunda função se realizava a leitura de temperatura em notação hexadecimal, convertendo-se esta

para notação decimal e, finalmente, estas eram armazenadas no cartão SD. A última função permitia que a leitura e armazenamento fossem repetidas após certo tempo fixado pelo programador, não precisando ser o tempo típico de duas horas que é usado no termômetro espeto, termômetro laser e multiparâmetro. Foram feitos testes t para verificar se a diferença entre as médias das leituras do Arduino e do multiparâmetro eram iguais. Além disso, as medidas foram comparadas através de gráficos.

Durante o estudo foram usados tanques de cultivo de fibra de vidro com capacidade de 1000 L, abastecido com 800 L de água e recobertos com telas de proteção, sem renovação de água sob aeração constante e submetidos a fotoperíodo natural.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o caso do termômetro tipo espeto verificou-se que as médias das leituras eram diferentes com confiança de 95%, pois o t estatístico foi maior que o t crítico bi-caudal. Na Figura 1, apresentam-se os comportamentos das médias das leituras de temperatura em cada dia.

Já no caso do termômetro laser, as médias das leituras são diferentes pois t crítico bi-caudal é maior que o t estatístico, e a correlação de Pearson baixa reforça esse fato para confiança de 95%. Na Figura 2, apresentam-se os comportamentos das médias das leituras de temperatura em cada dia.

No caso do multiparâmetro se pode verificar que as médias são iguais, pois t crítico bi-caudal é menor que o t estatístico, conforme confirmação da correlação de Pearson. Na Figura 3 são apresentados os comportamentos das médias das leituras de temperatura em cada dia.

Dessa forma, certifica-se que o Arduino pode substituir equipamentos tradicionais da aquicultura, tais como multiparâmetro, já que as medidas do termômetro utilizado junto com a placa Arduino se mostraram estatisticamente próximas das medidas feitas com o termômetro do multiparâmetro, com o teste t confirmando que as médias das medidas dos dois termômetros são estatisticamente equivalentes. O custo do termômetro construído usando a placa Arduino se aproxima do custo de um termômetro espeto, conforme tabelas 4 e 5, que apresentam o custo unitário de um termômetro construído com a placa Arduino, e o custo unitário de um termômetro tipo espeto, respectivamente.

A falha no termômetro espeto ocorre em relação à dificuldade de termalização desse termômetro com a água, o que faz com que este se diferencie estatisticamente do Arduino. O tempo necessário para que o termômetro espeto estabilize sua temperatura é bem mais elevado que o tempo necessário para que a leitura do termômetro do Arduino estabilize, fato que provoca uma grande variação na diferença entre as leituras feitas com os dois termômetros, influenciando na diferença estatística entre as médias, confirmada pelo teste t. No caso do termômetro Laser, o

problema foi que a medida Laser fica focada em uma certa área, enquanto o Arduino usa uma média em uma área diferente. Fato que diferencia estatisticamente as duas leituras, pois a área onde a termalização da leitura do termômetro Laser é monitorada não coincide com precisão com a área onde a leitura do termômetro feita com o Arduino é feita, já que o termômetro Laser pode atingir uma profundidade maior do que a do sensor de temperatura ligada à placa Arduino. Justificando a diferença estatística mostrada no teste t, em virtude do fato da temperatura mudar ao longo dos estratos do tanque destinado à aquicultura.

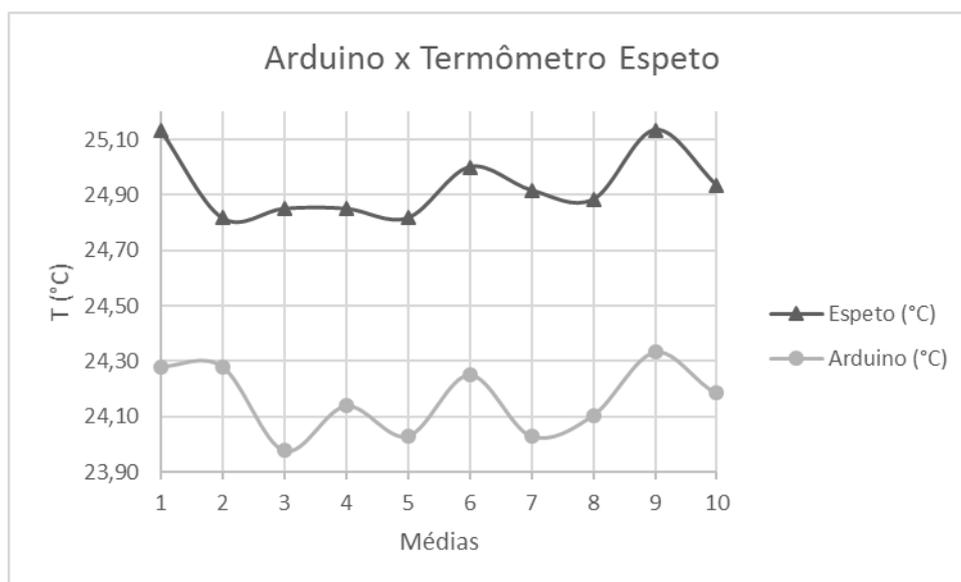


Figura 1. Resultado da comparação entre termômetro tipo espeto e Arduino

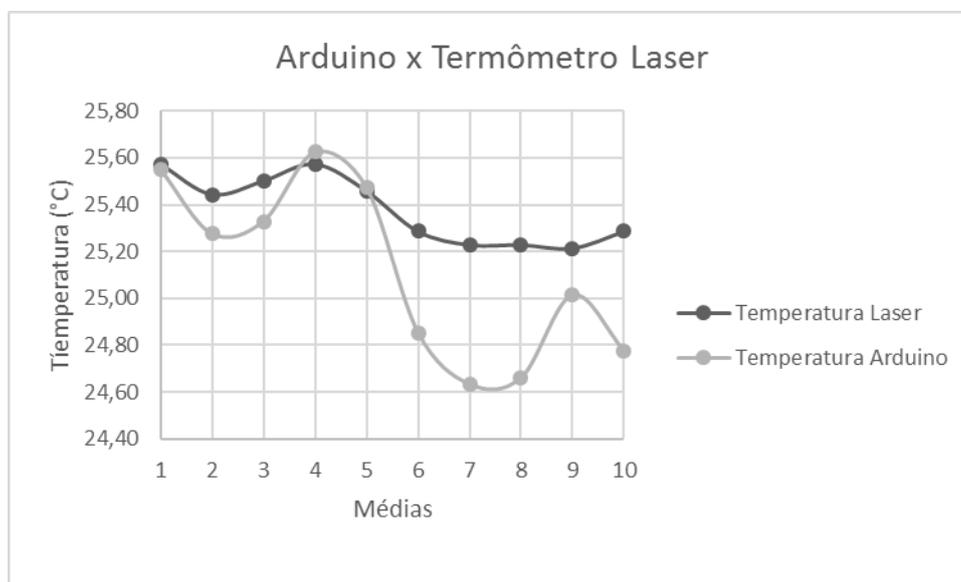


Figura 2. Resultado da comparação entre termômetro laser e Arduino

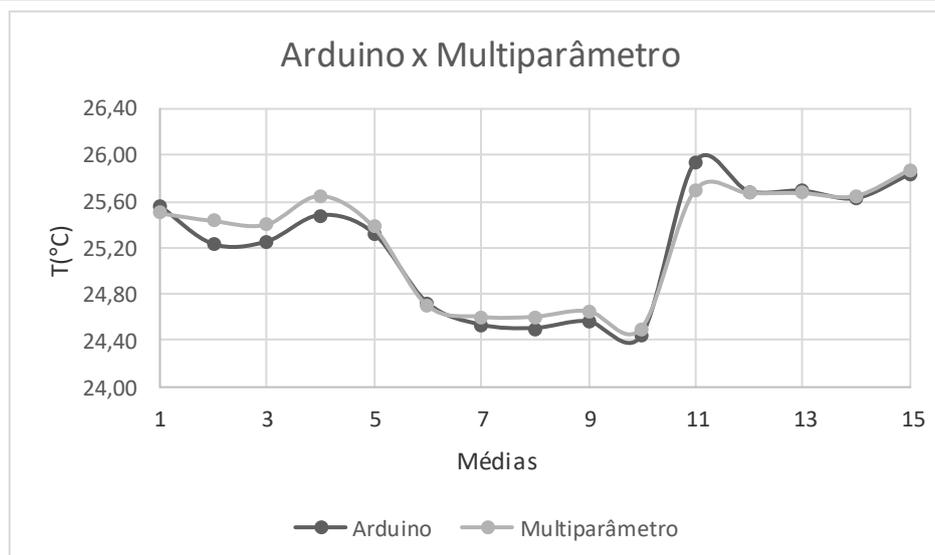


Figura 3. Resultado da comparação entre multiparâmetro e Arduino

Tabela 1. Teste t para a comparação entre Arduino e Termômetro Espeto

Média do Termômetro Espeto (°C)	Média do Arduino (°C)	t estatístico	t crítico uni-caudal	t crítico bi-caudal	Correlação de Pearson
24,93333333	24,16083333	24,30791757	1,833112933	2,262157163	0,658168824

Tabela 2. Teste t para a comparação entre o arduino e Termômetro Laser

Média do Termômetro Laser (°C)	Média do Arduino (°C)	t estatístico	t crítico uni-caudal	t crítico bi-caudal	Correlação de Pearson
25,37857143	25,11828571	3,316776883	1,833112933	2,262157163	0,934703508

Tabela 3. Teste t para a comparação entre Arduino e multiparâmetro

Média do Multiparâmetro (°C)	Média do Arduino (°C)	t estatístico	t crítico uni-caudal	t crítico bi-caudal	Correlação de Pearson
25,26611111	25,22277778	1,559616827	1,761310136	2,144786688	0,980392453

Tabela 4. Preço dos custos da caixa de automação

Item	Preço unitário R\$	Quantidades	Preço Total (R\$)
Arduino uno R3	20,90	1	20,90
Cabo USB	5,18	1	5,18
Sensor de temperatura DS18B20	14,90	6	89,40
Resistor 4K7	0,06	6	0,36
Resistor 330R	0,05	1	0,05
Sensor de temperatura Lm35	4,54	1	4,54
Led Vermelho	0,15	1	0,15
Botão de alavanca	2,99	1	2,99
Circuito universal	5,00	1	5,00
Fio jumper	0,25	10	2,50
Fio flexível (m)	1,04	1	1,04
Caixa para montagem eletrônica	17,90	1	17,90
Leitor sd	11,50	1	11,50
Cartão micro Sd 8Gb	7,90	1	7,90
Total	92,36	33	169,41

Tabela 5. Preços de sensores existente no mercado

Equipamento	Preço (R\$)
Multipâmetro	3021,00
Termômetro Laser	257,13
Termômetro tipo espeto	99,00
Monitor de temperatura kit term-2net	2990,00
Oxímetro com leitura de temperatura e memória com capacidade para 100 leituras.	1944,00

De acordo com Vinatea (2004), vários fatores climáticos, bióticos e abióticos interligam entre si influenciando o metabolismo dos sistemas aquícolas. Para garantir o sucesso do cultivo se deve monitorar, constantemente, todos os parâmetros físicos, químicos e biológicos da água. Assim, a construção de equipamentos desta natureza com intuito de monitorar outras variáveis como oxigênio dissolvido, pH, condutividade, amônia, entre outras pode colocar a aquicultura em melhores condições para o seu desenvolvimento sustentável. A nossa confiança na placa Arduino se deve por ela ter se mostrado efetiva em vários monitoramentos, como o da lei de resfriamento de Newton (MARTINAZZO, TRENTIN, FERRARI & PIAIA, 2014), assim como o seu

monitoramento para uso pedagógico (AMORIM, DIAS & SOARES, 2015); para automatização da climatização de aviários (PÉRIGO, SERRANO & FRESSATI, 2014); para monitoramento do pH do leite (MAGRI, 2015), e para acompanhamento do fenômeno de transmissão de calor (ROSA, GIACONELLI, & TRENTIN, 2014).

CONCLUSÕES

As comparações que foram realizadas garantem que o termômetro construído com a placa Arduino e sensores ligados a esta, pode ser um substituto para a leitura de temperatura de um multiparâmetro, que é um equipamento consagrado na aquicultura. A falha do termômetro construído com Arduino na comparação com os termômetros Laser e espeto foi marcante, mas ressaltamos que eles apresentam sensores que demoram a atingir o equilíbrio térmico com o tanque, como no caso do termômetro tipo espeto, ou atingem estratos abaixo do nível superior do tanque, como no caso do termômetro Laser. Sendo assim, esses termômetros acabam por serem diferentes dos sensores de temperatura do multiparâmetro, e do construído com Arduino, que podem monitorar a temperatura no nível superior do tanque, e com atingimento rápido do equilíbrio com os sensores de temperatura desses termômetros. Outro uso, que pode representar uma ótima alternativa de continuidade desse trabalho é o uso da água refrigerada em tanques do Laboratório de Aquicultura do Semiárido com vazão controlada pela placa Arduino. Outra tentativa é construir um sensor para medir pH da água dos tanques mencionados anteriormente. Outro fato relevante é o baixo custo dos materiais utilizados, como demonstrado pelo baixo custo unitário de um termômetro construído com Arduino. Verifica-se que o custo de fabricação do equipamento baseado em Arduino é da ordem de um termômetro tipo espeto, portanto bem menor que o custo de um multiparâmetro, além de permitir a análise de temperatura automatizada e customizada para intervalos de tempo menores que duas horas. Com isso, espera-se auxiliar o estudo da qualidade da água nos tanques e viveiros usados na aquicultura do Brasil, através do uso de termômetros de baixo custo, e que podem ser automatizados para leitura contínua de temperatura.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Laboratório de Aquicultura do Semiárido, CNPq, Prof. Dario Falcon, e alunos orientados por ele.

REFERÊNCIAS

AMORIM, H.S., DIAS, M.A. & SOARES, V. (2015). Sensores digitais de temperatura com tecnologia one-wire: Um exemplo de aplicação didática na área de condução térmica. Rev. Bras. Ensino Fís., 37(4): 1-18.

FERNANDES, J.B.K. Sistema de Produção de peixe. Acessado em 27 de setembro de 2016 em <http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=21315&secao=Colunas%20e%20Artigos>.

Grupo oito Arduino. História da Arduino e seus modelos. Acessado em 22 de setembro de 2016 em <https://arduinoaprendizes.wordpress.com/2015/04/22/historiaarduino/>.

HALLIDAY, D., RESNICK, R. & WALKER, J. (2006). Fundamentos da física. Rio de Janeiro: Editora LTC – Livros Técnicos e Científicos. [4] Couto, J.L.V. Ecologia: sobre a dinâmica lacustre. Acessado em 19 de novembro de 2015 em <http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/tem.htm>.

MAGRI, L.P. (2015). Quantificação de Acidez Titulável e pH utilizando técnica potenciométrica como indicador de qualidade de leite bovino [Dissertação de Mestrado]. Juiz de Fora (MG): Universidade Federal de Juiz de Fora.

MARTINAZZO, C.A., TRENTIN, D.S., FERRARI, D. & PIAIA, M.M. (2014), Arduino: uma tecnologia no ensino de Física. Rev. Perspectiva, 38(143): 21-30.

Mercante, C. T. J., Carmo, C. F., Rodrigues, C.J., J. Osti, A.S., Pinto C.S.M., Vaz-Dos-Santos, A.M., Tucci, A. & Di Genaro, A.C., (2011). Limnologia De Viveiro De Criação de Tilápias do Nilo: Avaliação Diurna Visando Boas Práticas de Manejo. Bol. Inst. Pesca, 37(1): 73-84.

NASCIMENTO, F.L. & OLIVEIRA, M.D. Noções básicas sobre piscicultura e cultivo em tanques-rede no Pantanal. Acessado em 20 de setembro de 2016 em <http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/CAR03.pdf>.