

ESTUDO DA VIABILIDADE NO DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA COMPUTACIONAL DE BAIXO CUSTO PARA MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA EM CULTIVOS DE ORGANISMOS AQUÁTICOS: APLICAÇÃO INICIAL EM VIVEIROS ESCAVADOS

Wilmar Borges Leal Junior¹

¹Mestrando em Modelagem Computacional de Sistemas - Universidade Federal do Tocantins - UFT e Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico – IFTO – Brasil. e-mail: wilmar.junior@ifto.edu.br

Resumo: o processo de automação tem mobilizado diferentes setores com objetivo de fornecer conforto, economia, segurança e maior produtividade para o empreendimento. Na piscicultura a automação é uma saída para minimizar e/ou otimizar alguns pontos-chaves para o sucesso do negócio, tais como, o monitoramento em tempo real da qualidade da água e sua intervenção quando os mesmos encontram-se alterados, bem como a sua interface com outras práticas de manejo produtivo. O monitoramento da qualidade da água se dá através da verificação de alguns parâmetros químicos e físicos, exigindo pessoas qualificadas para mensuração e interpretação desses parâmetros a fim de proporcionar uma boa qualidade de água necessária para o bom desempenho produtivo da espécie a ser cultivada. Neste contexto, o presente projeto tem por objetivo analisar a viabilidade da implementação de um sistema computacional, de baixo custo, que permita monitorar as propriedades físicas e químicas da água em cultivos de organismos aquáticos. Levando em consideração a existência de uma grande variedade de tecnologias disponíveis no mercado e que podem ser utilizadas em conjunto, esse trabalho visa estudar o paradigma da automação e sua utilização na área da piscicultura, fazendo o uso de tecnologias existentes com controladores Arduino, *Raspberry pi* e sensores. E por fim, pretende-se analisar a viabilidade financeira em se desenvolver um sistema computacional para monitorar os parâmetros físicos e químicos da água, em cultivos de organismos aquáticos, tendo como aplicação inicial viveiros escavados, a fim de subsidiar piscicultores e em consequente futuras tomadas de decisões em processos licitatórios do *campus* Dianópolis nas áreas de Informática e Agropecuária.

Palavras-chave: Automação, Computação, Piscicultura, Arduino.

1 INTRODUÇÃO

O *website* conceito tecnologia define bem “o que é Automação”. Automação pode ser definida como um conjunto de técnicas que, aplicadas a um processo tem por objetivo torna-lo mais eficiente, maximizando assim sua produção, diminuindo o consumo de energia e tempo, diminuindo a emissão de resíduos e melhorando as condições de segurança que são inerentes ao processo. Vale ressaltar que a o processo de automação se dá em duas correntes básicas, utilizando-se *softwares* automáticos para execução de uma determinada tarefa, ou, apenas *hardware*, sem utilização de *software*, puramente mecânico, exemplo: bomba carneiro, temos também de forma eletromecânica. Exemplo: bomba vibratória e a combinação dos dois modos, *hardware e software*, com isso, implantando um sistema inteligente, capaz reprogramar, readaptar ou até mesmo evoluir dependendo do paradigma de fabricação utilizado.

A evolução da informática nos levou a miniaturização do *hardware* e consequentemente seu baixo custo, com isso viabilizando sua aquisição e da sua combinação para o desenvolvimento de controle e automação dos processos, proporcionando aos seus utilizadores no meio agrícola uma autonomia, em se tratando de rotina, antes não imaginado, que, pode ser usado de forma adaptativa em

diversos processos de produção da piscicultura, com mudanças mínimas e com pouco impacto no custo e um grande impacto no benefício. A pesquisa em tela visa, de forma exploratória, apresentar a viabilidade de custo de produção de um sistema automático e escalável para monitoramento da água, inicialmente o estudo versa sobre sua aplicabilidade em viveiros escavados, utilizando técnicas de modulação, tornando-o expansível e adaptativo as necessidades do piscicultor. Além disso, torna-se um conjunto de soluções para situações cotidianas promovendo benefícios diretamente ligados à produção e maior desempenho das atividades dos produtores.

A automação deve avançar pela agropecuária como forma de assegurar o aumento de produção e produtividade no Brasil e ainda manter e estimular o crescimento das indústrias de máquinas e equipamentos agropecuários. Ressalta-se que é cada vez maior o interesse de empresas multinacionais nas oportunidades crescentes do agronegócio brasileiro o investimento em automação. Assim, para se manter a competitividade, será cada vez mais importante que as indústrias de máquinas e equipamentos brasileiras gerem inovações que possam melhorar o desempenho da atividade e ampliar a gama de atividades atendidas. Uma boa estratégia para alcançar esse objetivo é a ampliação de parcerias entre as indústrias e as instituições de pesquisas públicas e privadas com fomento em pesquisas.

Com isso, a Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) vem atuando e se consolidando como usuários e desenvolvedora de métodos e equipamentos automatizados. Exemplo disso é a agenda de trabalho da Embrapa Instrumentação (São Carlos, SP), criada em 1984, e que inaugurou em 20 de setembro, o Laboratório de Referência Nacional em Agricultura de Precisão (Lanapre), preparado para constituir novas e estratégicas parcerias com empresas públicas e privadas. De fato o Lanapre foi inaugurado já no formato de unidade mista de pesquisa em parceria com a Universidade de São Paulo (USP) e Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Além de redes de pesquisas em andamento, ligadas à temática, a Embrapa está também implementando um Portfólio de PD&I (Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação) em Automação Agrícola, Pecuária e Florestal. (Inamasu *et al.*, 2016)

Com objetivo de desenvolver um produto de qualidade usando a tecnologia aplicada à agropecuária, o presente trabalho dispõe-se, inicialmente, estudar a viabilidade da criação de um sistema computacional capaz de coletar informações sobre os parâmetros químicos e físicos da água em viveiros escavados e, em seguida, enviar para um banco de dados, permitindo assim um monitoramento da qualidade da água em tempo real, permitindo a obtenção de análise no decorrer do tempo, gerando histórico de alterações físico químicas do ambiente analisado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Diversas áreas têm apontado os benefícios que a tecnologia vem trazendo, em sua generalidade, para a sociedade, grandes benefícios em termos de automação, informação e conhecimento. Já em relação as empresas, as tecnologias significam maior produtividade e ganho de competitividade o avanço tecnológico, principalmente no campo da ciência da computação e informação está apoiado sobre um corpo de desenvolvimento de *softwares* inteligentes. A inovação tecnológica tornou-se um indicador de extrema relevância para crescimento substancial da agricultura, trabalhando de forma interdisciplinar e utilizando a tecnologia como ferramenta de auxílio nas resoluções de problemas reais, podemos ter uma melhor eficiência e produtividade do objeto pesquisado.

2.2 Arduino

Escolhemos a plataforma Arduino UNO, como micro controlador, primeiramente por trabalhar com software livre e ser relativamente barata e escalável, diminuindo sobremaneira os custos do projeto, podendo agrupar vários sensores para monitoramento automático, McRoberts, (2011), define o Arduino como:

[...] um pequeno computador que você pode programar para processar entradas e saídas entre o dispositivo e os componentes externos conectados a ele (Figura 1). O Arduino é o que chamamos de plataforma de computação física ou embarcada, ou seja, um sistema que pode interagir com seu ambiente por meio de hardware e software. (McRoberts, 2011, p. 23)

É importante ressaltar que com a larga difusão dessa tecnologia e conseqüentemente seu baixo custo, várias áreas de pesquisa como a engenharia, medicina, indústrias em geral e em especial no campo agrícola, ela poderá ser perfeitamente empregada, aumentando assim a produtividade e diminuindo os erros na coleta e posteriormente análise dos dados, se comparado ao meio usual, coleta manual *in loco*.

2.3 Sistemas Computacionais

A pesquisa em tela tem como suporte sistemas computacionais em rede, que podem fornecer ao piscicultor uma gama de informações em tempo real e em qualquer lugar, permitindo utilizar plataformas livres ou comerciais. Por sistema computacional, Reisswitz, (2012), define como um conjunto de dispositivos eletrônicos (*hardware*) capazes de processar informações de acordo com um programa (*software*). O *software* mais importante é o sistema operacional, ele fornece as bases para a execução das aplicações, às quais o usuário deseja executar, a escolha do conjunto, *hardware* e *software* é que determina o custo, nosso trabalho tem como base a utilização de *software* livre, baseado em linux, diminuindo assim, os custos do projeto, dessa forma o autor define *hardware* como:

O *hardware* corresponde às partes eletrônicas e mecânicas, que possibilitam a existência do software, o armazenamento de informações e a interação com o usuário. A CPU, (Unidade Central de Processamento) as memórias primária e secundária, os periféricos, os componentes de redes de computadores, são exemplos de elementos de hardware. (Reisswitz, 2012, p. 51)

Assim, um sistema automatizado pode possibilitar a existência de diversos sistemas e um sistema pode requisitar diversos computadores ou tarefas a serem processadas, gerando uma gama de dados que poderão ser refinadas, agrupadas e analisadas com técnicas de mineração de dados, tema esse para trabalhos futuros, já o *software* é definido pela autora como:

O *software* é a parte abstrata do sistema computacional que funciona num hardware a partir de instruções codificadas numa linguagem de programação. Estas instruções permitem o processamento e armazenamento de informações na forma de dados codificados e podem ser controladas pelo usuário. Este controle, bem como a troca de informações entre o usuário e o sistema é feita através da interface de usuário, composta por hardware e software. . (Reisswitz, 2012, p. 51)

Sendo o *software* a parte lógica, abstrata de um sistema computacional e combinado com sensores, poderão ser aplicados em um mesmo sistema computacional, para coleta de informações em tempo real, como temperatura da água em qualquer ponto do viveiro, níveis de pH, Nitrito, Alcalinidade dentre outros, assim, o sistema tornar-se escalável de acordo com a necessidade do piscicultor, ou seja, pode ser utilizado um ou vários sensores no mesmo sistema computacional a medida que forem necessárias para monitoramento do ambiente.

3 METODOLOGIA/MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia é pautada em uma pesquisa exploratória, pois busca um detalhamento da viabilidade técnica e financeira do protótipo a ser utilizado. Gil, (2002), define essa pesquisa como:

Estas pesquisas têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições. Seu planejamento é, portanto, bastante flexível, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado. (Gil, 2002, p. 41).

Nesse sentido, utiliza-se a pesquisa exploratória quando se há pouco conhecimento sobre a temática a ser abordada. Sendo a área de piscicultura a delimitação da pesquisa, e por meio desse estudo, busca-se conhecer com profundidade o tema. Nas palavras de (Raupp e Beuren, 2006, p. 80), uma das características da pesquisa exploratória consiste no aprofundamento dos conceitos preliminares sobre determinada temática não contemplada de modo satisfatório anteriormente.

Esclarecido o método utilizado na pesquisa e após um melhor entendimento da necessidade para resolução do problema proposto. Inicialmente fizemos uma revisão teórica dos conceitos envolvidos, tanto os relativos a automação e controle quanto a piscicultura em seus aspectos químico físicos para melhor entendimento da equipe de tecnologia envolvida. Em seguida realizamos reuniões com os professores da área das ciências agrárias, com objetivo de fazer coleta de informações necessárias para modelar um sistema automatizado para a piscicultura, com isso, fizemos o levantamento do *hardware e software* necessários para a criação do protótipo, definindo assim quais equipamentos mínimos são necessários para montagem de um sistema automatizado e de baixo custo.

Findo o processo de reconhecimento do objeto pesquisado, realizamos uma pesquisa de preço em sites e catálogos de empresas de informática para verificar qual possui o valor mais viável economicamente para o fim proposto, e por fim finalizamos com o relatório final das atividades.

Utilizamos como parâmetros iniciais, os trabalhos de, (Santos, dos *et al.*, 2018) que traz em seu bojo, o monitoramento dos níveis ideais de qualidade de água para redução de perdas onde, buscase desenvolver um sistema de análise automática da água para a aquicultura utilizando a plataforma Arduino Mega com sensores de temperatura, pH, amônia, dentre outros.

Assim, em consonância com o trabalho de Huet (1978), *apud* (Gomes *et al.*, 2015, p. 2), o que é determinante num modelo aquícola e o melhor sistema de cultivo a ser implantado é a quantidade e qualidade da água e ao final, após estudos e visitas em campo, podemos compreender melhor as o processo e a real necessidades de automação, finalizando com o levantamento descritiva do *hardware e software* e a ser utilizado na montagem do protótipo.

Por fim, como a proposta é de cunho interdisciplinar, os resultados coletados e parâmetros para medição de qualidade da água para o cultivo de peixes, será acompanhado por um especialista da área.

3.1 Material a ser utilizado no protótipo inicial para teses.

A metodologia aplicada nessa pesquisa é de cunho exploratório pautada em uma rígida revisão bibliográfica, relevante ao tema proposto e com vistas a implementação futura de um protótipo para testes. A proposta do estudo é demonstrar que é possível ter um controle mais eficaz e de baixo custo com automação, ou seja, pode-se obter a qualquer tempo relatórios do estado físico-químico da água de acordo com parâmetros convencionados para a produção. Abaixo é mostrado alguns equipamentos necessários para montagem do protótipo para testes em viveiro real.

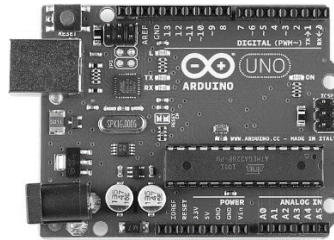


Figura 1: Arduino UNO SMD. Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUnoSMD>. Acessado em: 07 de julho de 2018.

O Arduino Uno, Figura 1, é uma plataforma de prototipagem eletrônica que opera sob *software* livre. Sua interface permiti-nos operar uma variedade de sensores, tanto digitais quanto analógicos.

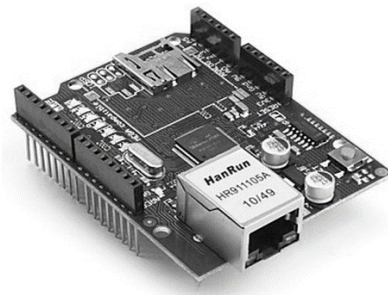


Figura 2: Modulo *ethernet shield* W5100 para Arduino. Disponível em: <https://www.moduloeletronica.com.br>. Acessado em: 07 de julho de 2018.

Modulo *Ethernet Shield*, Figura 2, permite que a placa Arduino conecte-se à internet, fornece acesso a rede IP (*Internet Protocol*), nos protocolos TCP (*Transmission Control Protocol*) e UDP (*User Datagram Protocol*).

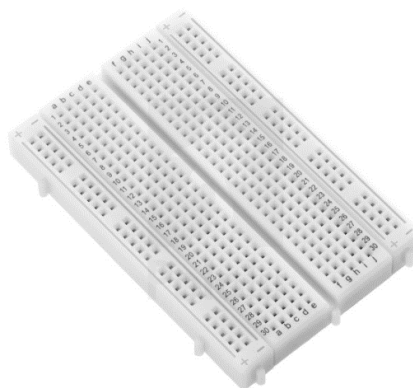


Figura 3: *Protoboard*. Disponível em: <https://www.pololu.com/product/351>. Acessado em: 07 de julho de 2018.

A *Protoboard*, Figura 3, 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



Figura 4: Sensor de temperatura. Disponível em: <https://www.filipeflop.com/blog/sensor-de-temperatura-ds18b20-arduino/>. Acessado em: 07 de julho de 2018.

Na Figura 4, temos o sensor de temperatura, que ficará 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.



Figura 5: Módulo Sensor de Ph. Disponível em: <http://cdtecnologia.net/sensores/260-sensor-de-ph-arduino.html>, Acessado em: 07 de julho de 2018.

Na Figura 5, temos o módulo sensor de Ph de líquidos, garantindo assim o monitoramento em tempo real do ambiente, podendo ser implementado para alerta ou até mesmo procedimentos automáticos de correção.



Figura 6: Sensor de Turbidez. Disponível em: <https://www.usinainfo.com.br/outros-sensores-arduino/sensor-de-turbidez-arduino-para-monitoramento-da-agua-4539.html>. Acessado em: 07 de julho de 2018.

Temos na figura 6, o sensor de turbidez, modulo eletrônico de monitoramento para atuar com os micro controladores Arduino e outros. Capaz de detectar partículas que estejam em suspensão na água, fazendo a medição da transmitância da luz e da taxa de dispersão, a qual, muda de acordo com a quantidade de total de sólido suspenso.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

No decorrer do trabalho foram demonstradas as características de um sistema computacional para monitoramento de peixes em viveiro escavado. Por ser um sistema modular, pode-se adaptar vários sensores de monitoramento. A plataforma escolhida, Arduino UNO, tem suporte a vários sensores como: sensor de Monitoramento de Fluoreto, Nitrato, Oxigênio dissolvido, Clorofila, Condutividade Elétrica, Efluentes, dentre outros, dentre os quais já citados aqui, fica claro a utilidade do mesmo no campo agrícola. Nesse sentido, objetiva-se aqui mostrar o potencial uso do sistema para monitoramento físico-químico automático e modular. Abaixo, colocamos uma tabela de preços com valores médios encontrados no mercado para iniciar a confecção do protótipo do projeto, podendo ser modularizado de acordo com a necessidade e a precisão do monitoramento.

Tabela 1: Orçamento inicial com valores médios. Dispositivo a ser utilizado ao projeto (Dispositivo), Quantidade necessária para o projeto piloto (Quantidade), Valor unitário médio encontrado no mercado, em moeda corrente (Valor), Quantidade multiplicado pelo valor unitário (Total). Orçamento realizado entre julho a agosto de 2018.

Dispositivo	Quantidade	Valor (R\$)	Total (R\$)
Placa Arduino UNO	1	50,00	50,00
Jumper Macho - Fêmea, fios Arduino para Protoboard (20cm)	40	0,40	16,00
Sensor de Temperatura a prova d'água	1	25,00	25,00
Protoboard 830 furos	1	16,40	16,40
Ethernet Shield W5100	1	40,00	40,00
Sensor de Ph + Eletro Sonda Bnc	1	160,00	160,00
Sensor de Turbidez	1	233,00	233,00
TOTAL			540,40

Fonte: do autor.

Nota-se na tabela 1, um custo relativamente baixo, se compararmos a sistemas já prontos vendidos no mercado. Como projeto piloto, para o estudo em tela, foram orçados apenas os sensores básicos como mostrado na tabela 1 a cima, segundo reunião com profissionais da área, são os sensores básicos para o monitoramento. Ressalto novamente que a proposta é termos um sistema expansível, podendo ser acoplado e programando mais sensores ao módulo quando necessitar. Quanto ao software, não há dispêndio orçamentário, visto que, usaremos *software* livre.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa exploratória desenvolvida mostrou condições favoráveis para a criação de um sistema computacional inovador, escalável e de baixo custo. A autonomia é ponto principal para criação do sistema, permitindo aos pesquisadores o melhor entendimento do objeto a ser pesquisado. A piscicultura exige uma constante dedicação, utilizando-se técnicas que necessitam de um deslocamento para coleta de informações, hoje, o pequeno ou o grande piscicultor pode ter essas mesmas informações em tempo real e em qualquer lugar, facilitando seu trabalho cotidiano para uma melhor gerenciamento e tomada de decisão.

Como trabalhos futuros, pretende-se desenvolver um sistema computacional automatizado para coleta de dados em viveiros de peixes, com a finalidade de otimizar o processo de coleta de informações físico químicas do ambiente, destaca-se ainda que o presente trabalho, através de sua metodologia, proporcionou um maior entendimento e conseqüentemente um maior aprendizado em relação ao tema proposto, além de vislumbrar uma potencial solução a um baixo custo para produtores de peixe em viveiros escavados.

REFERÊNCIAS

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOMES, N. A.; SIQUARA, L. L.; SANTOS, P. B. DOS; FREITAS, R. R. DE; OTHERS. CONTROLE E MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA NO CULTIVO DE MICROALGAS ATRAVÉS DE SENSORES. **Brazilian Journal of Production Engineering-BJPE**, v. 1, n. 1, p. 1–4, 2015.

INAMASU, R. Y.; BELLOTE, A. F. J. B.; JUNIOR, A. L.; SHIRATSUCHI, L. S.; OLIVEIRA, P. A. V. DE; BERNARDI, A. C. DE C. **Portifólio automação agrícola, pecuária e florestal** Embrapa, , 2016. Disponível em:
<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1057988/1/DOC6020161.pdf>>.
Acesso em: 7 jul. 2017

MCRROBERTS, M. **Arduino Básico**. Tradução Rafael Zanolli. São Paulo: Novate, 2011.

O que é automação? O controle e a otimização de recursos. Disponível em:
<<http://www.conceitotecnologia.com.br/automacao-oque.asp>>. Acesso em: 15 jan. 2015.

RAUPP, F. M.; BEUREN, I. M. Metodologia da Pesquisa Aplicável às Ciências. _____ **Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2006.

REISSWITZ, F. **Análise de Sistemas Vol. 2: Tecnologia Web & Redes**. São Paulo, Clube de Autores, 2012.

SANTOS, M. V. B. DOS; DOMICIANO, C. A. R.; GUIA ROCHA, F. DA; LIMA, C. J. B. DE; JESUS, L. A. DE; MOURA, J. R. F. Desenvolvimento de Sistema Automático de Análise de pH e Temperatura da Água para Aquicultura. **Anais do Computer on the Beach**, p. 325–333, 2018.