

Sistema de Coleta e Documentação de Microalgas

Mateus Belli
Universidade do Vale do Itajaí
Itajaí, SC, Brasil
mateusbelli@edu.univali.br

Thiago Felski Pereira
Universidade do Vale do Itajaí
Itajaí, SC, Brasil
felski@univali.br

Alex Luciano Roesler Rese
Universidade do Vale do Itajaí
Itajaí, SC, Brasil
alexrese@univali.br

ABSTRACT

The multiplication of harmful microalgae in bivalve mollusc fishing regions is a problem that has repercussions for both fishermen and for the economy of the affected region, as these microalgae produce toxins that affect humans, ranging from gastrointestinal problems to, in more extreme cases, cancer that can lead to the death of the consumer. Currently, in Santa Catarina, the water is analyzed to identify the presence of toxins by the Integrated Company of Agricultural Development of Santa Catarina (CIDASC). The presence of toxins in the water creates a temporary embargo on the sale of mollusks. This embargo usually produces great loss in the bivalve mollusc culture as far as all the production needs do be discarded. This work creates a sample collection system that can be performed by growers rather than experts for the acquisition of those samples. This work aims to create an easy-to-use system enabling the mariculturist to sample water. The purposed process allows the acceleration of the sample collection and analysis. The manual process needs an expert to come to the field, collect samples, document the samples and take to the lab to analyze. In this study we created an embedded system for sample collection that automated the collect field data and link to a image collected by a portable microscope and when a wifi connection is detected it sends the sample to a data server.

KEYWORDS

Embedded Systems, Harmful Microalgae, Mariculture

1 INTRODUÇÃO

A aquicultura é uma indústria com uma representatividade significativa na economia brasileira. Com crescimento expressivo nos últimos anos a aquicultura produziu cerca de 90,4 milhões de toneladas no ano de 2012 [15]. A maior subdivisão da aquicultura é a maricultura que é responsável por 50% da produção da aquicultura como um todo. A maricultura tem como principal cultivo os moluscos bivalves que são animais filtradores [17, 19]. Assim como toda indústria de cultivo a maricultura pode passar por uma série de enfermidades e patogênicos que podem causar complicações para a produção e para a população. Entre os principais, podemos citar o embargo da venda de todos os animais da espécie contaminada e problemas de saúde causados por comer a carne desses animais [8, 19].

Um patógeno comum em culturas de moluscos são as microalgas que produzem toxinas. As microalgas, incluindo as tóxicas, são comuns no ambiente e em pequenas quantidade não causam problemas. Na prática, as microalgas têm uma grande importância para a alimentação de moluscos bivalves. Elas viram um problema quando ocorre um crescimento grande de sua população, fenômeno conhecido com floração nociva de microalgas (FANs) [21]. A floração

de microalgas nocivas gera efeitos negativos para a saúde pública e para a economia da região [12]. Os moluscos bivalves são animais filtradores que são contaminados com a filtragem da água em que as microalgas estão presentes [17]. As microalgas são acumuladas nas brânquias desses animais. Quando eles são ingeridos pelos humanos ou outros animais causam intoxicação [11]. Portanto a avaliação do crescimento populacional das microalgas é vital tanto para a saúde pública quanto para economia da região.

Para garantir que os moluscos infectados não sejam vendidos e nem consumidos é feito um monitoramento temporal para a documentação e a contagem de espécies tóxicas e amostras de bivalves para a realização de bioensaios ou análises químicas [19]. Órgãos governamentais, como Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina (CIDASC), fazem constantes coletas e análise dos animais e das águas de cultivo para identificar a presença de microrganismos nocivos. A coleta é feita por especialistas e a análise ocorre em laboratório, resultando na demora tanto para a coleta de uma grande quantidade de amostras quanto para a análise completa dessas amostras [10]. Outras soluções vêm sendo desenvolvidas. Muitos trabalhos focaram em depurar o animal contaminado para remover as toxinas como apresentado em [5]. Outros trabalhos realizam tratamentos químicos dos animais, como o de [16], que acelera a excreção das toxinas durante o processo de depuração. Outros trabalhos, como em [2], tem o propósito de controlar a população de fitoplâncton nas águas de cultivo dos animais.

Buscando evitar que as FANs prejudiquem tanto a população quanto a economia das regiões afetadas algumas iniciativas precisam ser tomadas. No âmbito econômico, é importante dar subsídios aos maricultores para que consigam conhecer a melhor janela de tempo para a venda dos dos moluscos [9]. No âmbito social, a importância vem em reduzir os riscos de intoxicação dos consumidores [4, 8]. Para isso, foi desenvolvido um projeto entre os cursos de Engenharia de Computação e Oceanografia da Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI). Esse trabalho desenvolve um sistema para a coleta de amostras de água que podem conter microalgas e de características físicas da água de coleta. O sistema também cria maneiras de documentar as coletas realizadas. Com isso é possível acelerar o processo de coleta e análise das amostras, além de ser possível aumentar o número de amostras coletadas e sua área de cobertura. A região de interesse do trabalho foi a costa de Santa Catarina e a microalga alvo do trabalho é a *Dinophysis acuminata* que é comum na região [17]. O principal objetivo do trabalho é fazer com que um maricultor, com um breve treinamento, consiga manusear o equipamento para adquirir amostras e informações das áreas de cultivo. Para isso foi desenvolvido um hardware integrado a um aplicativo de celular. O hardware, quando na água, adquire informações de temperatura e salinidade da região. Essas informações apresentam relação com o crescimento da população de microalgas [13].

O software se conecta ao hardware, quando ele sai da água, e recebe as informações coletadas por ele. Adquire posição geográfica, data e solicita que uma foto seja tirada. A foto a ser retirada é da amostra da água coletada. Mas antes o usuário deve conectar um microscópio para celular na câmera. Como a microalga alvo do trabalho tem seu tamanho variando entre 30 e 60 μm [18], é preciso que a câmera do celular apresente uma ampliação de, pelo menos 100x. O aplicativo irá relacionar as informações coletadas com a foto da amostra e enviar os dados para um servidor.

A quantidade de amostras coletadas é de 1 a 2 por mês, aproximadamente [3]. Com o projeto, as áreas abrangidas e o número de informações coletadas serão muito maiores com a coleta sendo realizada com os maricultores do que apenas com especialistas. Consequentemente, análises estatísticas e as previsões de novos acontecimentos serão mais precisas e um banco de dados poderá ser construído para futuros estudos. E, principalmente, a análise da coleta poderá ser feita a partir da imagem em um servidor. Assim, a resposta é muito mais rápida do que uma análise laboratorial.

A seção 2 mostra a metodologia seguida. A seção 3 apresenta os testes realizados. A seção 4 apresenta as conclusões do artigo.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O método atual para coleta de amostras de água usadas na identificação da presença de microalgas utiliza um equipamento conhecido como rede de plâncton. A rede de plâncton, mostrada na Figura 1, é um equipamento que filtra a água e concentra o material filtrado para um copo, que está na sua ponta, chamado de coletora. A partir do material que ficou concentrado na coletora que a amostra é retirada para ser analisada [1, 6].

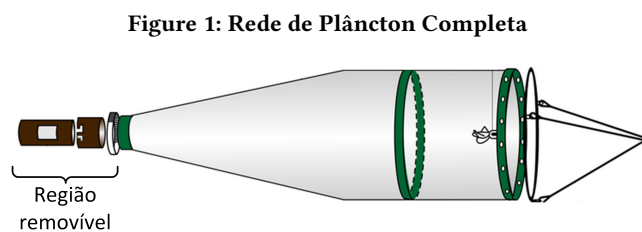


Figure 1: Rede de Plâncton Completa

É importante salientar que a coletora e a rede de plâncton podem ser desacopladas. Então, é possível usar diversas coletoras na mesma rede de plâncton, desde que elas se encaixem. A conexão entre ambas é feita por uma rosca.

O sistema desenvolvido foi dividido em três etapas: **hardware**, **software** e **microscópio**. O hardware é responsável por capturar a temperatura e a salinidade da água de coleta. O aplicativo salva a coleta adquirida, junto com uma foto e outras informações pertinentes para a coleta (profundidade alcançada pela rede, por exemplo). O software recebe as informações do hardware e envia a coleta para o servidor. O microscópio é acoplado ao celular para que seja possível ver a microalga na amostra.

2.1 Hardware

O hardware foi inserido juntamente com a rede. Ele foi projetado para modificar apenas a base da coletora, sendo assim apenas a coletora precisaria ser adaptada ou substituída para se adequar a solução proposta. Como grande parte da rede de plâncton não precisará ser modificada os custos para adaptação ao método proposto ficam reduzidos. Um maricultor com a rede já comprada não precisará comprar uma nova rede apenas terá que substituir a coletora.

O hardware tem como núcleo de processamento o microcontrolador ESP32. Esse microcontrolador foi escolhido devido ao seu baixo custo e por apresentar módulos internos que se encaixam com as especificações do trabalho, como o módulo Bluetooth que ele apresenta. O microcontrolador irá se comunicar com os periféricos (sensores) e interpretar os seus dados. Também terá a função de enviar os dados para o software por meio do protocolo Bluetooth. O diagrama de blocos do hardware é mostrado na Figura 2. Nele, podemos ver os principais elementos do sistema: sensor de temperatura, sensor de salinidade, o microcontrolador e o módulo Bluetooth interno ao microcontrolador.

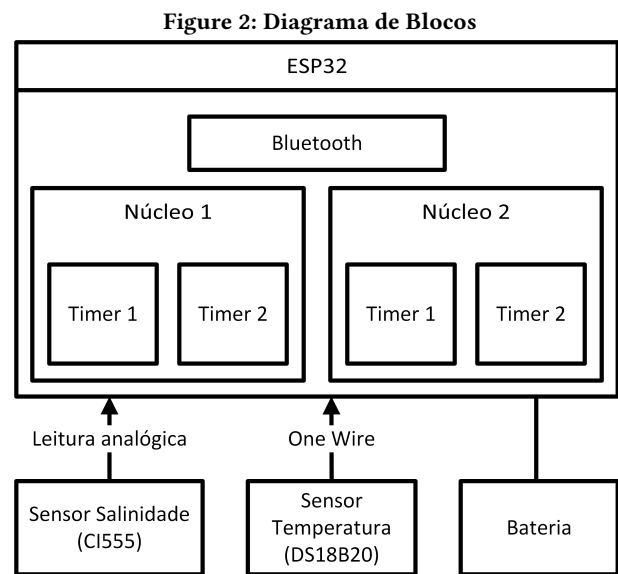


Figure 2: Diagrama de Blocos

O sensor de temperatura utilizado foi o DS18B20, da empresa Maxim Integrated™, devido a sua capacidade de funcionamento em baixo da água. Outro aspecto importante é que o sensor tem uma temperatura de funcionamento variando entre -55°C e 125°C [14]. Assim, ele funcionaria, sem problemas, dentro da água da costa de Santa Catarina, principal região de interesse do trabalho.

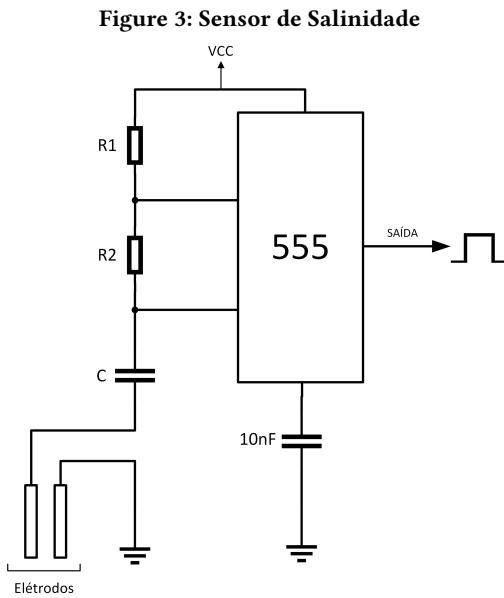
Para medir a salinidade da água foi utilizada a estratégia adotada por [20] e que tem esquemático mostrado na Figura 3. Os autores utilizam um CI555 para formar um multivibrador em modo astável. O oscilador gera uma onda quadrada que tem sua frequência (F) variando com os valores de R_1 , R_2 e C_R . A frequência do oscilador segue a equação 1.

$$f = \frac{1,44}{C_R \times (R_1 + 2 \times R_2)} \quad (1)$$

No circuito implementado, R1 e R2 são resistências com valores fixos e C_R é composto pela associação entre um capacitor de valor fixo (C) e a capacitância presente entre dois eletrodos abaixo dele. Os eletrodos são colocados na água e o circuito tem sua frequência alterada com a capacitância da água. A capacitância (C_E) obtida pelos eletrodos varia com a área do eletrodo (A), a distância entre os eletrodos (d) e a permissividade dielétrica do material (ϵ), como mostra a equação 2. Mantendo os eletrodos sempre a uma mesma distância e utilizando eletrodos de mesma área é possível adquirir a capacitância do meio.

$$C_E = \frac{A \times \epsilon}{d} \quad (2)$$

Sabendo a capacitância da água é possível criar uma equação que nos leve a salinidade da água. A saída do CI555 é lida pelo microcontrolador, que conta a frequência gerada. A tradução da frequência para salinidade é feita pelo aplicativo de celular com o intuito de reduzir processamento necessário pelo microcontrolador. A equação da salinidade é apresentado na Seção 3.2.



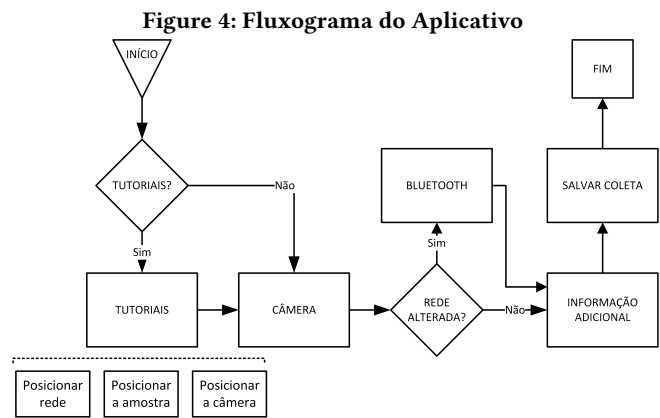
A coleta é finalizada quando o sensor é retirado da água. Nesse ponto o usuário consegue enviar os dados por Bluetooth. Ao requisitar a troca de informações, o microcontrolador empacota e envia os dados dos sensores, junto com informações sobre o seu tamanho (diâmetro e altitude do copo).

2.2 Software

O software desenvolvido foi um aplicativo de celular. Para o seu desenvolvimento, foi considerado que o usuário terá um celular mais simples. A tecnologia Bluetooth foi escolhido devido a sua forte presença nos celulares.

O fluxograma do aplicativo é apresentado na Figura 4. O aplicativo terá dois modos de utilização: a coleta e a coleta guiada. A diferença entre os dois modos é que, no segundo modo, são apresentados para o usuários tutoriais de como realizar a coleta de

maneira adequada. O primeiro modo tem como alvo pessoas que já saibam realizar a coleta. Em ambos os modos, o aplicativo passa pelas funções de câmera, informações adicionais e enviar a coleta. Foram desenvolvidas três telas de tutoriais. Essas telas ensinam como posicionar a rede na água, como posicionar a amostra para tirar a foto e como posicionar a câmera sobre a amostra. Os tutoriais são sequências de telas que mostram a maneira certa de adquirir uma coleta. Elas mostram o tempo que a rede tem que ficar dentro da água, a posição certa de se colocar a rede dentro da água, como posicionar a amostra para tirar uma foto e como posicionar o microscópio para tirar a foto. Essa sequência é opcional. Caso o usuário já saiba o procedimento ele pode escolher não ver essas telas e pular direto para a etapa da câmera.



A etapa câmera tem a função de permitir que o usuário tire uma foto da amostra. A foto, assim que tirada, é salva na memória interna no celular.

A etapa de Bluetooth tem como função selecionar o Bluetooth da rede de plâncton adaptada e transferir as informações adquiridas durante a coleta para o celular. Essa etapa, assim como a de tutoriais, é opcional. Caso o maricultor não tenha uma rede adaptada, mas queira utilizar o aplicativo para documentar a sua coleta, ele poderá. A coleta não será tão completa nesse modo, pois não terá informações coletadas pelo hardware.

A tela de informações adicionais serve para que o usuário adicione informações pertinentes a coleta, mas que o sistema não pode capturar sozinho. Um exemplo de informação adicional é a profundidade em que a rede ficou. O processo de saber a profundidade é simples e já usual. Utilizar de sensores para realizar essa medição poderia deixar o produto final muito caro e a melhora na precisão não iria acarretar em grandes mudanças para o calculo amostral. As telas de Bluetooth e informações adicionais estão relacionadas. Ambas adicionam informações para a coleta que poderão ser utilizadas em trabalhos futuros. As informações coletadas serão adicionadas como metadados da foto que foi tirada. Essa estratégia é feita para q seja preciso apenas enviar para o servidor, na etapa de envio de coletas, um único item.

2.3 Microscópio

O microscópio deve estar junto a câmera do celular no momento da foto. O microscópio aumenta a imagem de 100 a 200 vezes. Essa ampliação é necessária para conseguir visualizar a microalga já que ela tem um tamanho variando entre $30\mu\text{m}$ a $60\mu\text{m}$. O microscópio escolhido foi o Clip-type Microscope. Este microscópio apresenta uma ampliação de $60\times$ a $100\times$ e foco ajustável.

O microscópio foi modificado para fixar a ampliação em 100 vezes e fixar o foco de maneira que o maricultor não precise configurar no momento de realização da coleta.

2.4 Processo de coleta

O processo de coleta, com a rede modificada, segue uma adaptação do processo atual, que é apresentado por [7]. O novo processo é descrito na Figura 5.

O processo de coleta é simples de ser realizado. Primeiramente a rede é lançada na água. Ela deve submergir até chegar próximo ao fundo, mas sem que encoste nele. Encostar com a rede no fundo pode causar o levantamento de sedimentos que irão invalidar a coleta. É importante que o maricultor meça a profundidade alcançada com a rede a partir da corda que segura ela. A corda é demarcada a cada 1 metro, assim, é possível ter, mesmo que com baixa precisão, o valor de profundidade. Nessa etapa os sensores irão captar as informações e salva-las. Posteriormente, o maricultor deve recolher a rede lentamente na vertical para que a rede filtre a água e concentre o material no fundo da coletora. A amostra deve ser tirada da coletora e despejada sobre o vidro de amostragem. A câmera, com o microscópio acoplado, deve ser colocada sobre a amostra de maneira que tenha uma visão nítida da substância. Assim que posicionado, deve ser tirada a foto. Quando a foto é salva, o maricultor deve se conectar a coletora via Bluetooth. Nesse momento serão transferidos os dados da coletora para o celular e os dados adquiridos serão associados a foto. As informações adicionais deverão ser inseridas manualmente e a coleta é salva no celular. Quando o celular do maricultor estiver em uma rede WiFi, as coletas salvas serão enviadas para o servidor. Por fim, o maricultor deve lavar a rede para que ela possa ser utilizada em novas coletas.

3 TESTES

A seção a seguir apresenta os testes que foram realizados para garantir o funcionamento do sistema. São apresentados, primeiramente, os testes do microscópio, seguido do medidor de salinidade, sensor de temperatura e por fim o teste do aplicativo.

3.1 Microscópio

Para o teste do microscópio foram realizadas amostragens com o microscópio de bancada profissional e com o microscópio para celular. A Figura 6a mostra o resultado obtido com a foto retirada com o microscópio profissional com uma ampliação de $100\times$. A Figura 6b mostra uma foto semelhante tirada com o celular e um microscópio acoplado com a mesma ampliação de $100\times$.

É possível observar que a diferença vem, de maneira mais perceptível, na iluminação. A iluminação do projeto é feita vindo de baixo para cima, o que possibilita uma foto mais clara da imagem e sem esconder, com sobra, nenhuma parte dela. Outro ponto é que é possível ver grandes círculos pretos na Figura 6b. Esses círculos são

bolhas de água indesejadas, porém, não afeta grande parte da área da imagem final. Por fim, os pontos pequenos são as microalgas. Podemos observar, em ambos os casos, a presença das microalgas. Esse é o ponto mais importante para o trabalho. Prova que o trabalho funciona e também prova sua viabilidade.

3.2 Medidor de Salinidade

Para a realização do teste do sensor de salinidade, os eletrodos foram colocados em uma solução controlada de 30 ppt de sal (partes por mil). A ppt é uma unidade utilizada para medir a quantidade de sal em uma amostra. Ela representa $1\text{g}/\text{kg}$, ou seja, 1 grama de sal para 1 quilograma de água. Essa amostra base foi sendo reduzido com água destilada para reduzir a concentração de sal na amostra. Foram utilizadas concentrações de 30, 25, 20, 15, 10, 5 e 0 ppt para a realização dos testes, sendo que 0 é a água destilada e 30 um valor próximo do encontrado na água do mar.

Os eletrodos que estão em série com o capacitor foram colocados nas amostras de água. A saída do oscilador foi colocada em um osciloscópio para a medição de frequências. Os resultados da saída do osciloscópio foram comparadas com os valores obtidos pelo hardware. O valor apresentado pelo osciloscópio é mostrado na Figura 7. A Figura da esquerda mostra os valores adquiridos pelo osciloscópio com os eletrodos desconectados e fora da solução aquosa. A Figura da direita mostra os valores adquiridos pelo osciloscópio com os eletrodos conectados em uma solução aquosa de 5 ppt. Como podemos ver pelas imagens, o valor da frequência do oscilador muda com a capacitância do meio em que os eletrodos estão inseridos. Enquanto os eletrodos estão desconectados, a forma de onda não é contínua e apresenta uma frequência muito maior do que enquanto a amostra está em uma solução aquosa.

Com os testes realizados com as amostras foi possível encontrar uma equações que correlacione a salinidade da água e a frequência do oscilador, que muda de acordo com a capacitância da água. A relação entre a capacitância e a salinidade adquirida é mostrada no gráfico da Figura 8.

Pelo gráfico podemos obter a Equação 3. Os valores de x representam a frequência enquanto os valores de y são a salinidade resultante. Outro dado que podemos retirar do gráfico é o seu erro quadrado (R^2) que é de 0,9887. Ou seja, os dados adquiridos são próximos dos dados reais.

$$y = -1E-10x^4 + 5E-06x^3 - 0,0858x^2 + 608,35x - 2E+06 \quad (3)$$

3.3 Sensor de Temperatura

Os testes de temperatura foram realizado com um termostato profissional e o adquirido para o projeto. Para isso, os sensores foram colocados em água, inicialmente fria, que foi sendo esquentada para adquirir as amostras. Os resultados foram apresentados seguindo a mesma lógica da salinidade, foi traçado um gráfico que correlacione o termostato profissional com o adquirido para o projeto. Os resultados são apresentados no gráfico da Figura 9.

Com a análise do gráfico é possível observar que os valores adquiridos pelo sensor são muito próximos aos valores adquiridos pelo sensor profissional. Utilizando a equação linear (Equação 4) que correlaciona os valores do profissional com o adquirido, apresenta um erro quadrado (R^2) de 0,9958. O gráfico (juntamente com o erro

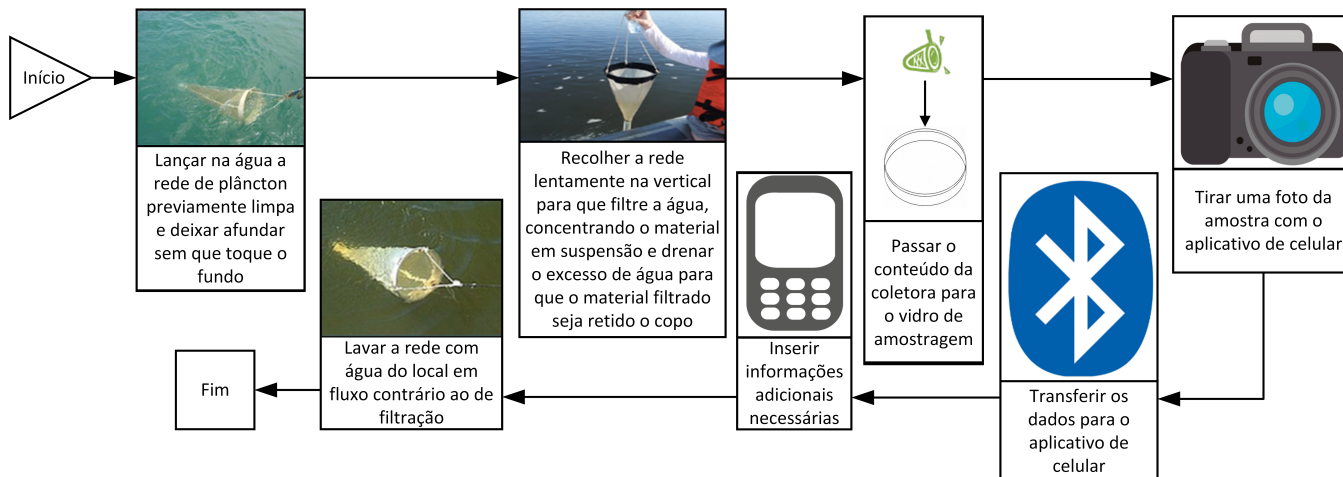
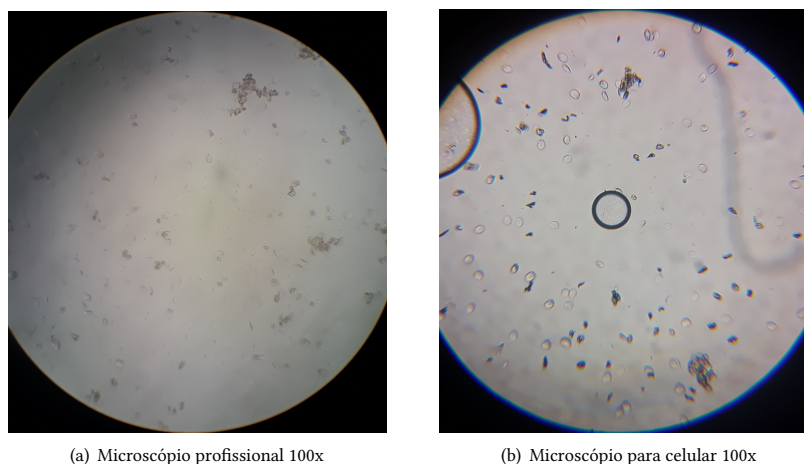


Figure 5: Fluxo do coleta de amostras



(a) Microscópio profissional 100x

(b) Microscópio para celular 100x

Figure 6: Fotos Microscópios

quadrado e a equação linear que se aproxima de $y = x$) provam a usabilidade do sensor no projeto.

$$y = 1,0118 \times x \quad (4)$$

3.4 Aplicativo de celular

O teste do aplicativo de celular se concentrou em garantir que os dados corretos cheguem do hardware para o software, que o software esteja funcionando corretamente e que os dados estejam sendo enviados para o servidor. O teste realizado foi de reproduzir o processo apresentado na Figura 5. Dessa maneira, foi possível garantir a chegada dos dados, a aquisição da foto e das informações adquiridas pelo celular além do envio para o servidor.

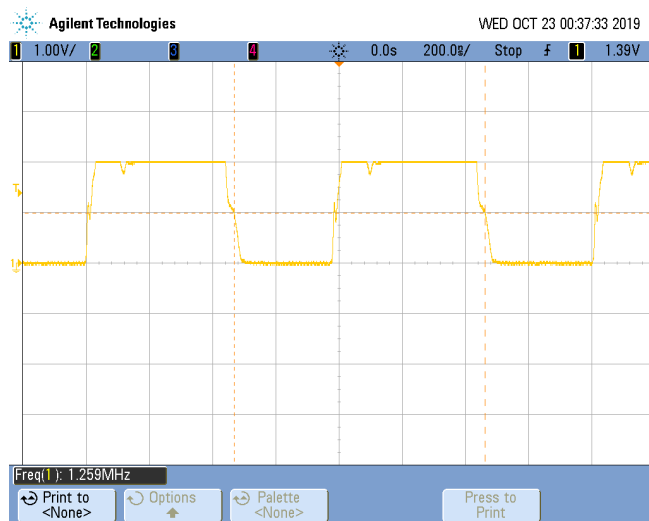
4 CONCLUSÕES

Com o sistema desenvolvido durante o trabalho, é possível realizar coletas de informações sobre a coluna de água de forma simples e

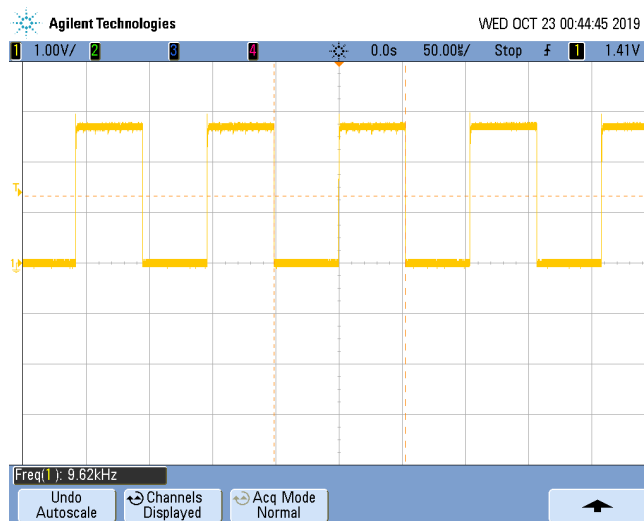
de custo reduzido. Com o sistema é possível adquirir dados de temperatura, salinidade de uma região, além de ele identificar a região, data e hora de aquisição da amostra. Todas essas informações são relacionadas a uma foto de amostra de água. Com essas informações, um especialista consegue, de forma rápida, identificar a presença das microalgas.

O processo desenvolvido acelera o processo de coleta atual, que depende de um especialista ir na região, coletar a amostra, levar a amostra para o laboratório para só então identificar a presença das microalgas. Outro problema da coleta atual que o sistema concentra é a documentação das amostras. No processo atual, a documentação das informações é feita com papel de caneta. O sistema cria um aplicativo para realizar tal documentação.

O custo total do projeto foi de aproximadamente R\$ 150,00. O custo do microscópio de celular foi de R\$ 100,00 e o custo do hardware foi de R\$ 50,00.



(a) Osciloscópio com eletrodos desconectados



(b) Osciloscópios com eletrodos em amostra de 5 ppt

Figure 7: Saída do Osciloscópio

Figure 8: Gráfico de Capacitância da água por salinidade

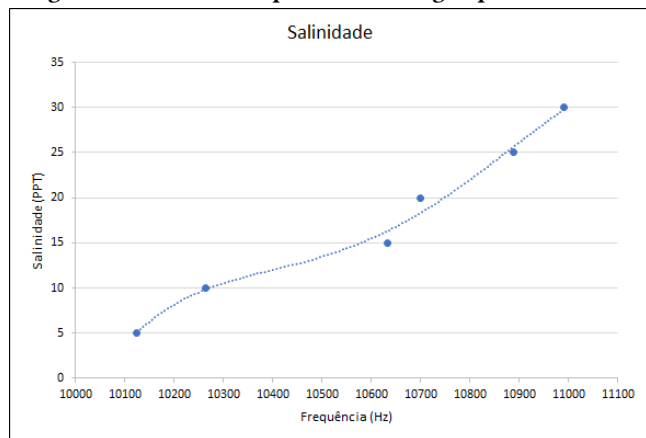
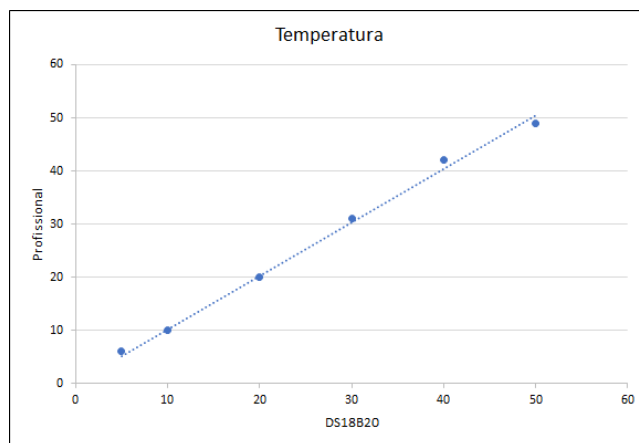


Figure 9: Gráfico de Temperatura real por temperatura do sensor



É possível criar um banco de dados que possibilitarão trabalhos futuros que irão melhorar a vida da população e permitirá com que novos estudos sejam realizados. O banco de dados apresentará a imagem da coleta, junto com a temperatura da água da coleta, sua salinidade, a data e a localização da aquisição.

Entre os trabalho futuros propostos é possível citar o processamento das imagens das amostras de água para a identificação automática da presença de microalgas nocivas, um estudo para identificar o crescimento da população de microalgas nocivas com a criação de um mapa de crescimento dessas microalgas, a ampliação do trabalho para outras microalgas e a criação de um sistema independente de um usuário, que fique na água e seja sustentado por boias, enviando dados periódicos ao servidor.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Estado de Santa Catarina por ceder uma bolsa de pesquisa do artigo 170 da constituição do estado.

REFERENCES

- [1] AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS 2013. *Monitoramento da qualidade da água em rios e reservatórios* (1 ed.). AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS.
- [2] Juan Blanco, Helena Martin, and Carmen Mariño. 2017. Reduction of diarrhetic shellfish poisoning (DSP) toxins accumulation in cultured mussels by means of rope clustering and hydrodynamic barriers. *Aquaculture* 479 (2017), 120–124.
- [3] João Manoel Bazeti Marques; Sérgio Silva Borges. 2014. *Instrução Normativa N°001/2014*. Technical Report. CIDASC - Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina.
- [4] CGSAP/DEMOC/SEMOC/MPA. 2014. *Manual do MPA para o Programa Nacional de Controle Higiênico-Sanitário de Moluscos Bivalves - PNCMB*. Technical Report.

- MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA.
- [5] Luciana Croci, Laura Toti, Dario De Medici, and Loredana Cozzi. 1994. Diarrhetic shellfish poison in mussels: comparison of methods of detection and determination of the effectiveness of depuration. *International journal of food microbiology* 24, 1-2 (1994), 337–342.
- [6] Danilo Koetz de Calazans. 2011. *Estudos Oceanográficos: Do instrumental ao prático*. Editora Textos.
- [7] Coordenação Geral de Sanidade Pesqueira. 2013. *Manual do MPA para o Programa Nacional de Controle Higiênico-Sanitário de Moluscos Bivalves*. Technical Report. Ministério da Pesca e da Aquicultura.
- [8] Daniela Almeida de Souza, Guilherme Búrigo Zanette, Maria Helena Campos Baeta Neves, Mathias Alberto Schramm, Luis Antônio de Oliveira Proença, and Manildo Marcião de Oliveira. [n. d.]. Cultivo de moluscos bivalves: algas nocivas e bases para programa de monitoramento de ficotoxinas em fazenda de maricultura de Arraial do Cabo, RJ. ([n. d.]).
- [9] Camila Prestes dos Santos Tavares. 2015. Monitoramento de ficotoxinas em cultivo de moluscos bivalves: uma questão de segurança alimentar. (apr 2015). <https://gia.org.br/portal/monitoramento-de-ficotoxinas-em-cultivo-de-moluscos-bivalves-uma-questao-de-seguranca-alimentar/>
- [10] Hamilton Ricardo Farias, Priscila Belleza Maciel, and Marcos Vinicius de Oliveira Neves. 2017. *Nota Técnica – 004/2017*. Technical Report. Governo de Santa Catarina.
- [11] L.E. Graham, J.M. Graham, and L.W. Wilcox. 2009. *Algae*. Benjamin Cummings. <https://books.google.com.br/books?id=7NYUAQAIAAJ>
- [12] Gustaaf M Hallegraef. 1993. A review of harmful algal blooms and their apparent global increase. *Phycologia* 32, 2 (1993), 79–99.
- [13] A Kirrolia, NR Bishnoi, and Rajesh Singh. 2012. Effect of shaking, incubation temperature, salinity and media composition on growth traits of green microalgae *Chlorococum* sp. *Journal of Algal Biomass Utilization* 3, 3 (2012), 46–53.
- [14] MAXIM INTEGRATED 2019. *DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer*. MAXIM INTEGRATED. Rev. 6.
- [15] Aviti Mmochi. 2015. *Mariculture*. 289–303 pages.
- [16] Samuel Peña-Llopis, Roque Serrano, Elena Pitarch, Eduardo Beltrán, María Ibáñez, Félix Hernández, and Juan B Peña. 2014. N-Acetylcysteine boosts xenobiotic detoxification in shellfish. *Aquatic toxicology* 154 (2014), 131–140.
- [17] Luis Antonio Proença; Mathias Alberto Schramm. 2017. *Sobrea ocorrência de toxinas do PSP associadas a presença de Alexandrium sp. no Litoral de Santa Catarina*. Technical Report. INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA.
- [18] Outi Setälä, Riitta Autio, Harri Kuosa, Janne Rintala, and Pasi Ylöstalo. 2005. Survival and photosynthetic activity of different *Dinophysis acuminata* populations in the northern Baltic Sea. *Harmful Algae* 4, 2 (2005), 337–350.
- [19] Erik Simões et al. 2011. Impacto da floração da alga nociva *Dinophysis acuminata* sobre o sistema imune de ostras *Crassostrea gigas* e mexilhões *Perna perna* cultivados em Santa Catarina. (2011).
- [20] Suryono Suryono, Sapto Purnomo Putro, Widowati Widowati, and Sunarno Sunarno. 2018. A Capacitive Model of Water Salinity Wireless Sensor System Based on WIFI-Microcontroller. In *2018 6th International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT)*. IEEE, 211–215.
- [21] Hajime Toyofuku. 2006. Joint FAO/WHO/IOC activities to provide scientific advice on marine biotoxins. *Marine pollution bulletin* 52, 12 (2006), 1735–1745.