



Engenharia Moderna: Soluções para Problemas da Sociedade e da Indústria 3

Fábio Andrijauskas
Annete Silva Faesarella
Laira Lucia Damasceno de Oliveira
(Organizadores)

Atena
Editora
Ano 2022

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Engenharia moderna: soluções para problemas da sociedade e da indústria 3

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Yaiddy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Fábio Andrijauskas
Annete Silva Faesarella
Laira Lucia Damasceno de Oliveira

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia moderna: soluções para problemas da sociedade e da indústria 3 / Organizadores Fábio Andrijauskas, Annete Silva Faesarella, Laira Lucia Damasceno de Oliveira. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0095-0

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.950221105>

1. Engenharia. 2. Sociedade. 3. Indústria. I. Fábio Andrijauskas (Organizador). II. Annete Silva Faesarella (Organizadora). III. Laira Lucia Damasceno de Oliveira (Organizadora). IV. Título.

CDD 620

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

Nos anos de 2020 e 2021 tivemos a primeira e a segunda edição do livro “Engenharia Moderna: Soluções para Problemas da Sociedade e da Indústria” e agora, em 2022, com muito orgulho lançamos sua terceira edição. Esta edição atual provém de trabalhos desenvolvidos durante a pandemia da COVID-19, um período que nos fez refletir sobre a importância da ciência e o desenvolvimento tecnológico no mundo atual, aliados na descoberta de soluções para problemas de diferentes âmbitos, haja vista as vacinas desenvolvidas no intuito de resolver esta situação tão sensível e desafiadora. Realmente, um momento que mudou a vida de todos e que ficará para sempre em nossas lembranças.

Em tempos que, mais do que nunca, necessitam de união e paz, apresentamos este conteúdo com diversos autores, demonstrando que a diversidade de pensamento, ideias e conhecimento são pilares para o avanço da ciência. Cada capítulo foi elaborado com dedicação e comprometimento dos pesquisadores, e traz mais um resultado de sucesso para diversas áreas do conhecimento, como as Engenharias, a Saúde e o Meio Ambiente.

Mais uma vez, agradecemos à Editora Atena pela oportunidade do lançamento do nosso terceiro livro, proporcionando uma via eficaz de disseminação de conhecimento e de suas contribuições para a sociedade e para a comunidade científica.

Finalizamos com uma frase da oração de São Francisco que diz: **“Senhor, fazei de mim instrumento de vossa paz”**.

Paz e bem!

Annete Silva Faesarella

Fábio Andrijauskas

Laira Lucia Damasceno de Oliveira

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

A MODERN PANORAMA OF THE INTERNET OF MEDICAL THINGS DEMONSTRATING ITS APPLICATION LANDSCAPE


Reinaldo Padilha França
Ana Carolina Borges Monteiro
Rangel Arthur
Francisco Fambrini
Julio Cesar Pereira
Vicente Idalberto Becerra Sablón
Yuzo Iano

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9502211051>

CAPÍTULO 2..... 20

PRODUÇÃO E APLICAÇÕES DO PÓ DA CASCA DE ROMÃ EM COSMÉTICOS


Teresa de Jesus Estevam Pereira
Vanessa Cristine de Marco Matos dos Santos
Iara Lúcia Tescarollo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9502211052>

CAPÍTULO 3..... 36

IMAGENS DE RESSONÂNCIA MAGNÉTICA FUNCIONAL EM ESTADO DE REPOUSO APLICADAS A ESTUDO DA DOR CRÔNICA UTILIZANDO DEEP LEARNING

Sérgio Ricardo de Lima Novais
Glaucilene Ferreira Catroli
Fábio Andrijauskas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9502211053>

CAPÍTULO 4..... 50

BALSANET - PLATAFORMA COMPUTACIONAL MULTIPARÂMETROS CONTROLADA REMOTAMENTE PARA MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUAS SUPERFICIAIS

Kelvyn Souza Santana
Anderson Quintino da Fonseca
Vicente Idalberto Becerra Sablón
Annete Silva Faesarella


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9502211054>

CAPÍTULO 5..... 67

NOVO MÉTODO DE SUPRIMENTO DE ELETROPOSTOS A PARTIR DE ENERGIA FOTOVOLTAICA

Fernando Luciano de Almeida
Julio Cesar Galves Gomes Mangini Mosqueiro Junior
Annete Silva Faesarella


Vicente Idalberto Becerra Sablón

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9502211055>

CAPÍTULO 6..... 81

ESTUDO DA RECUPERAÇÃO DE SOLVENTES NA PRODUÇÃO DE ADESIVOS


Leonardo Dorigo de Almeida
Samyra Haryele Gimenes Silva
Monica Tais Siqueira D'Amelio

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9502211056>

CAPÍTULO 7..... 97

DESENVOLVIMENTO, ANÁLISE E ESTUDO DA CASCA DE CAFÉ PARA REMOÇÃO DE CORANTES DE EFLUENTES INDUSTRIAIS


Enik Erica Rodrigues Godoy
Gabriela de Oliveira Ferri
Monica Tais Siqueira D'Amelio

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9502211057>

CAPÍTULO 8..... 109

APLICAÇÃO DE CARVÃO ALTERNATIVO EM TRATAMENTO DE ÁGUA INDUSTRIAL


Bruna Ferraz Mattos de Souza
David Aguiar Ferreira Junior
Monica Tais Siqueira D'Amelio Felipe

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9502211058>

CAPÍTULO 9..... 123

ESTUDO DA TRANSFORMAÇÃO DO LODO GERADO EM ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES EM PRODUTO COMERCIAL AGRÍCOLA

Jaqueline Paz de Oliveira
Mislaini de Sá Viana
André Augusto Gutierrez Fernandes Beati
Renata Lima Moretto
Laira Lúcia Damasceno de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9502211059>

CAPÍTULO 10..... 145

AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL COM FOCO EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA


Augusto da Silva Santos
Brurenan Rocha Silva
Geraldo Peres Caixeta

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.95022110510>

CAPÍTULO 11..... 163

ANÁLISE DE INTERFERÊNCIA ELETROMAGNÉTICA EM LINHAS DE TRANSMISSÃO E EFEITOS DE BLINDAGEM


Rafaela Steffany da Silva Kayo
William Aparecido de Oliveira
Geraldo Peres Caixeta

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.95022110511>

CAPÍTULO 12..... 183

ESTUDO DA VIABILIDADE DE RECUPERAÇÃO DE METAIS EM PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO


Cláudia Fernanda Spagnol Cocenza
Yasmin Abrahão Pacheco Boiago
Renato Franco de Camargo
Roberta Martins da Costa Bianchi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.95022110512>

CAPÍTULO 13..... 202

LEVANTAMENTO DA CAUSA REFERENTE AOS DANOS E PATOLOGIAS ENCONTRADOS NA PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA EM UMA VIA DE FLUXO MUITO PESADO


Caroline Fernanda Ferreira
Lillian Maria Destro
Marcelo da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.95022110513>

CAPÍTULO 14..... 220

ANÁLISE DE GESTÃO DE OBRA E IMPACTO DE CIRCUNVIZINHANÇA


Ana Carolina Marques Monteiro
Letícia Toniato Andrade
Laira Lúcia Damasceno de Oliveira
Renata Lima Moretto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.95022110514>

CAPÍTULO 15..... 234

O DESEMPENHO TÉRMICO DAS EDIFICAÇÕES DE ENSINO FRENTE ÀS ESTRATÉGIAS ARQUITETÔNICAS, ENERGÉTICAS E OS IMPACTOS CLIMÁTICOS ATUAIS

Jane Tassinari Fantinelli
Mariana Cene da Silva
Caroline Oliveira Tartari

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.95022110515>

CAPÍTULO 16..... 248

DESENVOLVIMENTO DE UM GERADOR DE OZÔNIO DE BAIXO CUSTO PARA

TRATAMENTO DE ÁGUA CONTAMINADA COM CORANTES

Leticia Pereira Brito D'Oliveira
Marcos Vinicius Pernambuco Zeferino
Roberta Martins da Costa Bianchi
Renato Franco de Camargo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.95022110516>

CAPÍTULO 17.....268

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE LACTOSE POR MEIO DE GLICOSÍMETRO

Danka Ayres Carvalho da Silva
Gabriel Luís Ehrenberg Malavazzi
Filipe Alves Coelho
Roberta Martins da Costa Bianchi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.95022110517>

CAPÍTULO 18.....280

ESTUDO DA INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS DE IMPRESSÃO 3D NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE PEÇAS TÉCNICAS IMPRESSAS


Paulo Cesar Polli
Daniel Loureiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.95022110518>

CAPÍTULO 19.....299

DESENVOLVIMENTO DE MODELOS DENTÁRIOS ATRAVÉS DA MANUFATURA ADITIVA

Guilherme de Faria Mendes
Vinicius Fernandes Moreira Alves
Daniel Loureiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.95022110519>

SOBRE OS ORGANIZADORES320

BALSANET - PLATAFORMA COMPUTACIONAL MULTIPARÂMETROS CONTROLADA REMOTAMENTE PARA MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUAS SUPERFICIAIS

Kelvyn Souza Santana

Universidade São Francisco
Itatiba – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/1419045390046734>

Anderson Quintino da Fonseca

Universidade São Francisco
Itatiba – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/3802545729012015>

Vicente Idalberto Becerra Sablón

Universidade São Francisco
Itatiba – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/6350047853320576>

Annete Silva Faesarella

Universidade São Francisco
Itatiba – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/8546620295718065>

RESUMO: Neste artigo, apresenta-se a plataforma computacional BALSANET. Trata-se de um sistema *ciber* físico, embarcado, num catamarã, com o objetivo de monitorar a qualidade de águas superficiais, como rios, lagos e reservatórios. O protótipo pode ser controlado remotamente via aplicativo de dispositivos móveis, sendo capaz de realizar medições de três parâmetros importantes do Índice de Qualidade da Água, que são a temperatura, a turbidez e o potencial hidrogeniônico. Para analisar outros parâmetros, o sistema é equipado com um dispositivo para coleta e armazenamento de água, além disso, o protótipo tem a funcionalidade de gravar os dados obtidos e exportá-los para uma planilha. Para seu desenvolvimento foi utilizado

a plataforma de prototipagem de *hardware* livre que é capaz de integrar sensores e atuadores de forma discreta ou analógica, além de conter *shields* que facilitam o uso de módulos mais complexos como sistemas de comunicação de dados. A primeira parte do projeto foi dedicada à pesquisa, planejamento, dimensionamento e modelagem do sistema. Com sua finalização, foram realizados os testes de bancada até que todo o sistema fosse integrado. Com o sistema *ciber* físico integrado e a embarcação construída, a próxima etapa foi realizar testes de campo, reparar erros e validar o protótipo desenvolvido.

PALAVRAS-CHAVE: BALSANET, Plataforma Computacional, Monitoramento de Água, Controle remoto.

BALSANET - REMOTELY CONTROLLED MULTI-PARAMETER COMPUTING PLATFORM FOR MONITORING THE QUALITY OF SURFACE WATER

ABSTRACT: In this paper, the BALSANET computational platform is presented. It's a cyber-physical system, embedded in a Catamaran. The objective is to monitor the quality of surface water, like rivers, lakes and water reservoir. The prototype can be remotely controlled by a mobile device app, being able to measure three important parameters of the Water Quality Index, which are temperature, turbidity and hydrogen potential. To analyze other parameters, the system is equipped with a device for collecting and storing water. In addition, the prototype has

the functionality to record the data obtained and export it to a digital spreadsheet. For the development of the BALSANET, it was used a free hardware prototyping platform able to integrate sensors and actuators in a discrete or analog way. In addition, the platform allows the use of shields that facilitate the use of more complex devices. The first part of the project was dedicated to the research, planning, dimensioning and modeling of the system that would be built. With this stage completed, some bench tests were carried out until the entire system was integrated. With the cyber-physical system integrated and the vessel built, the next step was to carry out field tests, repair errors and validate the prototype developed.

KEYWORDS: BALSANET, Computational platform, Water monitoring, Remote control.

1 | INTRODUÇÃO

A água é o recurso mais importante para a sobrevivência de todos os seres vivos, e para a espécie humana, além do consumo, ela é usada em diferentes setores da sociedade, como geração de energia, agricultura, indústria e necessidades diárias da população. E por conta desse uso, por muitas vezes agressivo da água, os ecossistemas aquáticos vêm sendo infectados e destruídos. Nowacki (2014) define a poluição das águas como sendo a presença, o lançamento ou a liberação de substâncias que estejam em desacordo com a legislação vigente e que tornem as águas impróprias, nocivas ou ofensivas para à saúde pública, tóxicas para a fauna e a flora, danosa à segurança e ao consumo. Além disso, o mau uso da água compromete sua capacidade de renovação, prejudicial para o abastecimento público. Por conta disso, sua qualidade é tema de discussões em todos os países.

“A Organização das Nações Unidas (ONU) divulgou uma nota com uma previsão de que até 2050, aproximadamente 45% da população não terá a quantidade mínima de água” (FREITAS, s.d.). No Brasil, segundo levantamento da Fundação SOS Mata Atlântica (2020), a água é ruim ou péssima em 40% dos 96 rios, córregos e lagos avaliados em sete estados brasileiros. Devido ao aumento da população, há a necessidade da expansão da agricultura e de setores da indústria, que avançam sem o devido planejamento, causando a contaminação de todo um ecossistema.

No Brasil o gerenciamento das águas internas é realizado pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), criada em 2000 com a função de regular e planejar os recursos hídricos, realizar o monitoramento e apoiar a gestão hídrica dos Estados. Em 2013 a ANA criou a Rede Nacional de Monitoramento de Qualidade das Águas (RNQA), para padronizar e ampliar o monitoramento quantitativo e qualitativo a nível nacional. Segundo a ANA (2021), existem aproximadamente, em nível estadual, 2.400 pontos de monitoramento da qualidade da água, o que representa uma densidade de 0,26 ponto/1.000km² para o país. Em comparação a densidade de outros países como a Espanha (2,55 pontos/1.000km²), França (1,96 ponto/1.000km²) e Canadá (0,8 ponto/1.000km²), a densidade nacional é baixa.

Considerando a importância da água para a sociedade e os riscos que os ecossistemas aquáticos correm devido às atividades humanas e seu uso inconsequente, e o descaso de eliminações de esgoto, lixos e materiais tóxicos, se cria a motivação para esse projeto de desenvolvimento de uma plataforma computacional de monitoramento para auxiliar técnicos e pesquisadores na coleta de dados de rios, lagos e reservatórios de água para guiar as ações públicas e sociais de preservação e recuperação ambiental.

Além dessa motivação provocada pela poluição abrangente das águas brasileiras, também se destaca a motivação provocada pelas lacunas geográficas e temporais observadas nos monitoramentos realizados por cada Estado. E a razão dessa problemática são os custos para se fazer a análise dos corpos d'água que se dão principalmente pela logística do processo de coleta, armazenamento e transporte das amostras (ANA, 2021). Visto que na etapa de coleta são necessários diversos itens de segurança individuais e coletivos, como aventais, botas, coletes salva vidas, além de amostradores, barcos, sistemas de radiocomunicação, GPS, sinalizadores de fumaça e outros diferentes itens para assegurar uma coleta segura e eficiente (CETESB, 2011). As coletas geralmente são feitas em locais de difícil acesso com vegetação alta, ou locais acidentados que aumentam a probabilidade de acidentes dos técnicos com equipamentos sensíveis, como frascos de vidros e reagentes de preservação. Nesse contexto, a proposta da plataforma de monitoramento é de ser um dispositivo controlado de forma remota capaz de realizar medições *in situ* e ao mesmo tempo realizar a coleta de água, promovendo uma alternativa mais econômica e segura para os profissionais da área. Como “cérebro” da plataforma foi escolhido um microcontrolador de *software* livre que foi integrado a uma balsa para medição de temperatura, turbidez e potencial hidrogeniônico (pH), coleta de água por meio de uma bomba de água e armazenamento em um recipiente. Os objetivos específicos do projeto são: estudar sobre os indicadores de qualidade da água, delimitar quais parâmetros devem ser coletados pela plataforma, realizar revisão bibliográfica, projetar a plataforma, modelar, simular o funcionamento, e implementar o sistema.

Este artigo está dividido em introdução, referencial teórico, materiais e métodos, resultados alcançados, conclusões finais acerca da finalização do projeto e bibliografias usadas como referência. É abordada no referencial teórico as leis que regem a qualidade da água, seu monitoramento e avaliação, assim como as tecnologias que foram usadas para desenvolvimento do projeto.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Monitoramento das Águas

A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) criada pela lei nº 9.984/2000 para fazer cumprir os objetivos e diretrizes da Política Nacional de Recursos

Hídricos (PNRH), desenvolveu o Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas (PNQA) para ampliar o monitoramento em nível nacional e estabelecer padrões de coleta de dados, frequência de amostragem e análise de parâmetros das águas brutas. O PNQA estipula a medição de 4 parâmetros básicos aferidos *in situ*, por meio de sondas multiparâmetros. São eles: o Potencial Hidrogeniônico (pH), a Temperatura, o Oxigênio Dissolvido (OD) e a Condutividade. Porém, apenas esses parâmetros não são suficientes para uma avaliação completa da qualidade da água. Assim, as práticas de monitoramento da qualidade de corpos d'água incluem junto à coleta de dados, a amostragem de água de locais específicos, feitos em um intervalo regulado de tempo para que seja possível realizar a comparação e definir as condições presentes atuais da água do local escolhido (ANA, 2021).

Há diversas propostas que podem ser adotadas para se realizar um programa de monitoramento e cada uma deve considerar a delimitação geográfica do local de amostras, a frequência, quais parâmetros serão observados, se há dados antigos do local, fontes de poluição presentes, finalidade daquele corpo d'água e outras informações que auxiliem no planejamento e na verificação custo/benefício do estudo que será realizado (MATTHIENSEN et al., 2014). Nesse contexto é importante ressaltar que quanto mais dados são necessários mais se agrega valor ao monitoramento, seja pelo uso de sondas multiparâmetros sofisticadas, aumentando seu valor comercial, ou pela logística de coleta, armazenamento e preservação de amostras que demandam grandes recursos financeiros dependendo da localidade da coleta, da quantidade de pessoas e da dificuldade de acesso ao local. Em razão deste alto valor agregado ao monitoramento, muitos estados que não possuem condições financeiras interrompem o monitoramento de suas águas, causando lacunas geográficas e temporais de monitoração (ANA, 2021).

A ANA (2021) define quatro configurações de monitoramento, sendo elas o monitoramento Básico, o Inventário, a Vigilância e a Conformidade. O protótipo proposto neste projeto auxilia técnicos e pesquisadores em duas dessas configurações, sendo elas, o monitoramento Básico e a Vigilância. O monitoramento básico é realizado de forma periódica em locais estratégicos, para acompanhamento dos parâmetros da água entre seus ciclos hidrológicos e identificação de tendências, a fim de estipular a necessidade de maior detalhamento do local. E o monitoramento de Vigilância é realizado em tempo real para verificação de parâmetros básicos como pH, temperatura e oxigênio dissolvido, em locais de extrema importância para o uso humano e em locais que possuem tendências de poluição. Assim, analisado os parâmetros básicos estipulados e constatando a poluição, ou alteração físico-química do local, se faz necessário um estudo mais detalhado a partir da análise de outros parâmetros que permitam avaliar as mudanças da qualidade da água (MENDONÇA, 2016), dessa forma o protótipo atua na coleta de dados de pH e temperatura em tempo real, e se necessário o operador da BALSANET poderá fazer a coleta de água

para análise mais detalhada.

2.2 Índice de Qualidade da Água

Diversos indicadores são usados para avaliar a qualidade dos corpos d'água, dependendo para qual uso está destinado. Para a CETESB (2019), os índices possuem três principais vantagens que são a facilidade de comunicação com o público leigo, o *status* maior que os dados isolados e a média de várias variáveis em um único valor e unidade. O mais importante índice usado pela ANA é o Índice de Qualidade Das Águas (IQA) que foi criado em 1970, nos Estados Unidos, pela *National Sanitation Foundation*, e a partir de 1975 foi utilizado pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo), depois sendo adotado por outros Estados, e hoje é o principal indicador de qualidade da água utilizado no país (ANA, 2021).

O IQA é usado principalmente para avaliação da qualidade da água para o abastecimento público. É incorporado a ele nove parâmetros definidos como essenciais, cada qual com seu peso de importância para o cálculo produtivo ponderado do valor do IQA. Os nove parâmetros são o oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH, demanda bioquímica de oxigênio – DBO 5,20, temperatura, nitrogênio total, fósforo total, turbidez e resíduo total, classificados como mostrado na tabela 1.

Categoria	Ponderação
ÓTIMA	$79 < IQA \leq 100$
BOA	$51 < IQA \leq 79$
REGULAR	$36 < IQA \leq 51$
RUIM	$19 < IQA \leq 36$
PÉSSIMA	$IQA \leq 19$

Tabela 1 – Classificação do IQA

Fonte:CETESB, 2019.

Como não há um padrão nacional, essa faixa de valores estipulados na Tabela 1 para indicação da qualidade da água varia de Estado para Estado, sendo este apresentado o do Estado de São Paulo.

Embora seja usado para avaliação da qualidade da água de abastecimento público, a ANA (2020) afirma que há uma limitação desse índice porque ele não considera outros parâmetros importantes como substâncias tóxicas, protozoários patogênicos e substâncias que mudam as propriedades organoléptica da água. “Os parâmetros utilizados no cálculo do IQA são em sua maioria indicadores de contaminação causada pelo lançamento de esgotos domésticos” (ANA,2021).

2.3 Padrões de Amostragem

Há algumas características da água que não podem ser aferidas *in situ* devido a necessidade de técnicas mais complexas de análise que necessitam de laboratórios especializados, como acontece com alguns parâmetros físico-químicos e biológicos. Apenas os parâmetros de temperatura, turbidez, pH e OD apresentam soluções tecnológicas de sensores capazes de realizar suas medições nos locais de estudo. Devido a isso se faz necessário a coleta de amostras de água para análise. No Brasil não havia regras e padrões para realização de coleta e análise de água, o que era problemático, pois mais de uma entidade pública ou privada é responsável pelo monitoramento das águas internas, o que causava discrepâncias entre dados retirados de um mesmo corpo d'água que passava por Estados diferentes. Porém, em 2011 a CETESB em parceria com a ANA, seguindo um dos objetivos do PNQA, criaram o Guia Nacional de Coleta e Preservação de amostras. Neste guia estão especificados os conceitos básicos para se realizar um planejamento de um programa de amostragem, os equipamentos usados para coleta de amostras, técnicas de preservação e armazenamento e os requisitos para o controle do processo de amostragem (ANA e CETESB, 2011).

Na etapa de coleta de amostras, é definido qual tipo de amostragem será usada, que segundo o Guia Nacional de Coleta e Preservação de amostras (ANA e CETESB, 2011) pode ser a amostra simples, que é realizada num único local em um único instante, a amostra composta, que é realizada em diferentes pontos de amostragem em um determinado período e misturadas, e a amostra integrada. Na definição do tipo de amostra que será coletado é necessário também decidir a profundidade de coleta, podendo ser superficial ou de profundidade (abaixo de 0,3 m da lâmina d'água). Nesse contexto, o sistema proposto neste projeto pretende atender a amostragem simples e composta numa distância de 0,4 m abaixo da superfície.

Na etapa de preservação, segundo a CETESB (2011) não é possível garantir 100% de estabilidade das amostras, mas ainda sim a escolha adequada de frascos, forma de armazenamento e técnicas de preservação retardam a degradação biológica, as mudanças químicas, as alterações fisiológicas, morfológicas e de densidades populacionais, em todas as etapas do estudo. No Guia Nacional de Coleta e Preservação de amostras (ANA e CETESB, 2011) são definidos 3 técnicas mais usuais de preservação de amostras, o congelamento, a refrigeração e a adição química, que é o método mais conveniente para a preservação de amostras e sua adição pode ser de forma prévia ou imediata pós-coleta para manter a estabilidade do sistema. Devido a sua facilidade de implementação é a técnica recomendada para uso junto a BALSANET, enquanto congelamento e refrigeração são técnicas que demandam o uso de sistemas tecnológicos complexos não planejados para esse projeto. Para armazenamento das amostras são indicados 2 tipos de recipientes, o plástico autoclavável de alta densidade e o vidro borossilicato ou neutro. O recipiente

de plástico apresenta as vantagens de ser mais resistente, leve, barato e em comparação com o vidro tem menor adsorção de íons de metais, porém são difíceis de serem limpos e esterilizados, e nem todos os estudos aceitam a coleta com esse material. Por conta disso, é recomendado no protótipo trabalhar com os recipientes de plástico, pois garantirá maior segurança para as amostras coletadas e manterá o protótipo leve, conforme proposta de ser uma plataforma de fácil manuseio e transporte. Para o protótipo, a fim de garantir dimensões pequenas que facilitem o manuseio, são suportados frascos de até 1 L.

2.4 Sistema Ciber Físico

Os avanços tecnológicos das últimas décadas promoveram o desenvolvimento de diversos equipamentos, dispositivos e sistemas eletrônicos embarcados complexos que podem ser usados por diferentes tipos de desenvolvedores com diferentes orçamentos. Nesse contexto, um dos critérios para desenvolver o protótipo foi o uso de matérias de baixo custo, conforme Figura 1.

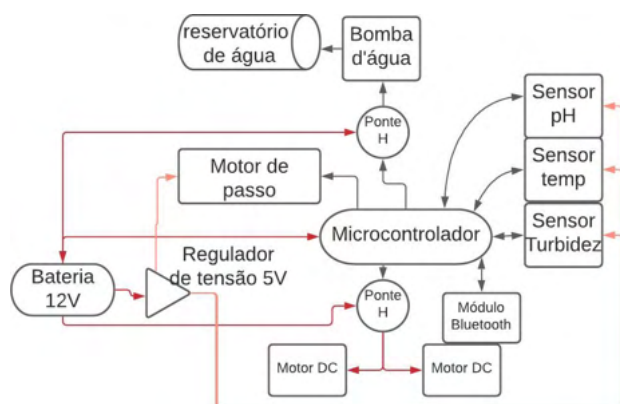


Figura 1 – Mapa conceitual

Fonte: Própria do autor

A plataforma possui um microcontrolador como o cérebro que controla os dispositivos externos a ele, como os sensores, para coleta de dados dos parâmetros estipulados no IQA, e atuadores, para movimento da BALSANET e coleta de água para posterior estudo.

2.5 Protocolo de comunicação IEEE 802.15.1 (*Bluetooth*)

O *Bluetooth*, também especificado como IEEE 802.15.1 é uma tecnologia de redes sem fio que faz comunicação através de baixas frequências de rádio. Desenvolvida em 1994, pela empresa Ericsson, inicialmente com o intuito de interconectar equipamentos de telefonia móvel, como fone de ouvido, através de uma tecnologia com baixo consumo de energia e baixo custo (MEDEIROS, 2008). A comunicação via *bluetooth* é a mais viável

para o projeto devido a proposta de usar telefones celulares para controle da embarcação e esses já terem um módulo *bluetooth* acoplado, assim, facilitando a conexão entre a plataforma e o aplicativo de celular.

2.6 Módulo *Driver* Ponte H

O Módulo *Driver* Ponte H é um circuito eletrônico utilizado para controlar a velocidade e sentido de giro de motores CC, controlando a tensão do terminal da armadura utilizando sistemas inversores baseados em eletrônica de potência. Esse tipo de controle é denominado modulação por largura de pulso (*PWM-Pulse Width Modulation*) (UMANS, 2014). Usando o microcontrolador como o sistema que envia o sinal de controle, é possível controlar os atuadores do protótipo, controlando sua velocidade e sentido de giro.

2.7 Estrutura do Barco

O catamarã é uma embarcação que possui 2 cascos unidos por uma plataforma de comando e pode assumir uma variedade de propulsões. Por causa dos seus dois cascos, diferente das embarcações convencionais “monocascos”, ele possui maior estabilidade e isso faz com que eles sejam mais confiáveis e seguros, sendo quase 0 a possibilidade desta embarcação virar (SILVA et al., 2014; FERNANDES, 2016). Essas características do catamarã o tornaram viável como escolha para a estrutura da BALSANET, pois a proposta do projeto é ser usado em rios, lagos e reservatórios que podem ser rasos, ou estreitos ou agitados e sua estrutura estável e leve garantem segurança para as coletas de dados e amostras em diferentes ambientes.

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

A proposta do projeto surgiu como uma ideia simples de um protótipo de baixo custo, no valor de até R\$ 1.000,00 reais, que pudesse auxiliar técnicos e pesquisadores de diversas regiões do Brasil no monitoramento dos rios, lagos e reservatórios, visto que além de apresentar baixa qualidade de água, o Brasil, também apresenta problemas para realizar o monitoramento delas. Nesse contexto, foi proposto um mapa conceitual para guiar o desenvolvimento do protótipo, sendo ele gradualmente melhorado com o avanço do projeto.

O próximo passo foi realizar uma pesquisa com o foco em microcontroladores presentes no mercado capazes de serem o cérebro da nossa embarcação, sendo escolhido o modelo Arduino Leonardo R3. Optou-se por desenvolver o aplicativo de telefones móveis na plataforma *App Inventor*, que é um ambiente de programação intuitivo que se utiliza de uma ferramenta fundamentada em blocos para facilitar o desenvolvimento de aplicativos complexos para *smartphones* e *tablets* em muito menos tempo que outros ambientes de programação tradicionais (MIT, 2021).

Estabelecido o sistema de controle, os dispositivos de aquisição de dados e coleta de amostras, foi realizado um estudo sobre motores CC e foi definido que 2 motores serão usados na plataforma, pois foi analisado que o uso de um motor acarretaria no uso de um leme para direcionamento do barco, enquanto 2 não se faz necessário e garante mais força à embarcação. Para dimensionar os motores, primeiro foi preciso estipular o peso de todo o sistema em quilogramas, propor a velocidade da embarcação em metros por segundo e definir o raio em metros desejável da hélice dos motores. Com esses dados foi possível calcular o RPM total dos motores, usando a equação 1:

$$\text{RPM} = 60 \cdot \text{velocidade/perímetro da hélice} \quad (1)$$

Depois foi calculado a potência (P) do motor para atingir a velocidade projetada, segundo equação 2:

$$P = \text{força} \cdot \text{velocidade} \quad (2)$$

Em que a força é dada em newton (N), massa em quilogramas (Kg) e a potência P em watt (W). E por último foi calculado o Torque (τ) total, segundo equação 3:

$$T = (P \cdot 60)/(2 \pi \cdot \text{RPM}) \quad (3)$$

Em que o torque é dado por N.m. Com esses dados obtidos foi realizada uma pesquisa de motores disponíveis comercialmente que pudessem atender a essas especificações. Com essa etapa concluída foi elaborada uma Prova do Conceito da BALSANET apresentada na Figura 2.

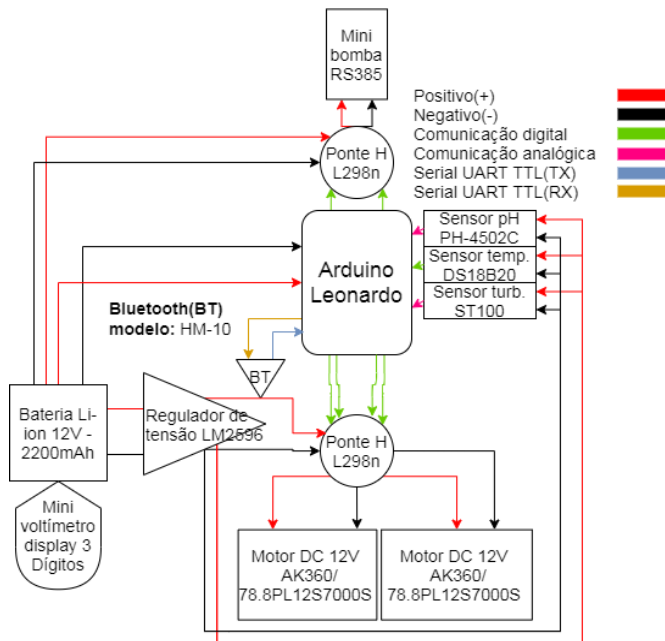


Figura 2 - Prova do Conceito BALSANET.

Fonte: Próprio do autor.

Com o diagrama esquemático desenvolvido, foi possível simular a disposição de todos os componentes eletrônicos da BALSANET como uma representação da realidade para auxiliar no processo de desenvolvimento do protótipo.

A etapa seguinte foi determinar o modelo do barco. Há diferentes modelos, cada qual com vantagens e desvantagens, mas no caso desse projeto o modelo catamarã foi o escolhido para abrigar o sistema eletrônico. Para seu dimensionamento foi necessário determinar alguns parâmetros e calcular outros, sendo 2 parâmetros iniciais importantes que é o Lwl , do inglês *waterline length*, que é o comprimento do casco na interface da água, e o Loa , do inglês *length for all*, que é o comprimento da proa até a popa. Outro parâmetro que deve ser estabelecido é o LBr , que é a razão entre o comprimento e a largura, e dependendo da escolha o barco tem certas vantagens e desvantagens. Com esses dados definidos, usa-se a equação 4 para determinar a largura, na linha da água, Bwl , do inglês *beam*:

$$Bwl = Lwl / LBr \quad (4)$$

Bwl e Lwl são dados em centímetros. Outro dado que Oliveira (2013) afirma ser importante calcular é a profundidade submersa de projeto Tc , que é determinado pelo

coeficiente BTr , que deve ser definido conforme desejado, porém recomenda-se utilizar no intervalo de 1,5 a 2,8. Assim, Tc é calculado pela equação 5:

$$Tc = Bwl / BTr \quad (5)$$

Tc é dado em centímetros. Com esses dados obtidos foi possível modelar em 3D a embarcação usando o *software Sketchup*, conforme apresentado na Figura 3.

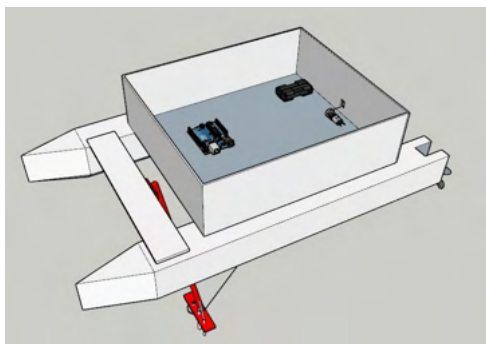
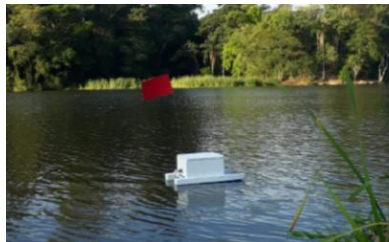


Figura 3 - Modelo 3D BALSANET.

Fonte: Próprio do autor.

Definido o sistema eletrônico e dimensionado o barco, a próxima etapa foi a realização da codificação do sistema ciber físico. O primeiro passo foi testar separadamente cada componente junto ao arduino fazendo-os funcionar isoladamente. O passo seguinte foi a integração gradual de todos os componentes ao arduino, verificando possíveis conflitos na programação e consertando erros. Em paralelo foi construído a embarcação usando como material o poliestireno para prover flutuabilidade e fibra de vidro para proteção e impermeabilidade. Finalizadas as duas atividades, integrou-se o sistema *ciber* físico à embarcação, assim sendo possível realizar os testes de campo. O primeiro teste de campo foi para averiguar o funcionamento do controle remoto da direção da embarcação por meio do aplicativo, sendo realizado na piscina, conforme Figura 4, visto que é um ambiente seguro caso houvesse problemas e na figura 5, já um teste de campo para corrigir erros e adicionar novas funcionalidades no aplicativo e ainda, testado todo o conjunto ciber físico da BALSANET.



Figuras 4 e 5 - Primeiro teste de campo e último teste de campo, respectivamente.

Fonte: Própria do autor.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultado do projeto obteve-se o protótipo, conforme Figura 6, da plataforma computacional multiparâmetros controlada remotamente para monitoramento da qualidade de águas superficiais, apelidado de BALSANET.



Figura 6 - BALSANET

Fonte: Própria do autor.

O protótipo está funcionando conforme o planejamento, sendo possível controlá-lo por meio de um aplicativo móvel desenvolvido na plataforma app inventor, a uma distância de 60 metros, valor menor do que consta nas especificações técnicas do módulo HM-10.

Na Figura 7 é apresentado o *layout* do aplicativo, que conta com duas interfaces que se sobrepõem, impedindo o acesso simultâneo a elas pelo usuário, uma medida de segurança adotada para impedir possíveis acidentes que poderiam ocorrer se o usuário movimentasse a embarcação com a haste abaixada. Além disso, nesta interface também é possível controlar a velocidade do protótipo que atinge até 0,38 m/s. Para habilitar a interface de sensores e amostrador, Figura 7, é preciso descer a haste, conforme Figura 8, clicando no botão descer.



Figura 7 - Aplicativo BALSANET

Fonte: Própria do autor.

Como uma forma de proteção, o aplicativo desabilita o botão subir na *interface* de direção e desabilita o botão descer na interface de sensores e amostrador, impedindo que o usuário force a haste além de sua capacidade de movimento.

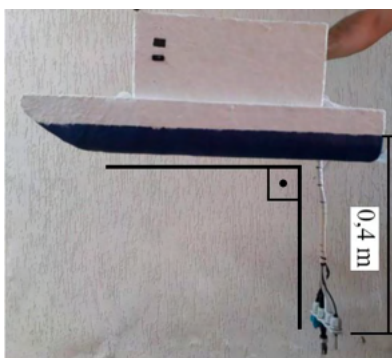


Figura 8 - Sensores em operação

Fonte: Própria do autor.

Uma vez posicionado os sensores num ângulo de 90° graus e a uma profundidade de 0,4 m em relação à superfície da água, é liberado o botão para acionar a leitura dos

sensores, imprimindo-os na tela e salvando-os num banco de dados. Nesse modo também é liberado o botão “pegar amostra de água” que aciona a bomba d’água por 40 s para encher o frasco, que para testes, Figura 9, foi usado um de plástico de 900 ml, podendo ser substituído a depender do estudo, visto que o recipiente não é fixado na embarcação. Na interface de sensores e amostrador, o botão “exportar dados” faz a exportação e o salvamento de todas as leituras dos 3 sensores numa planilha, conforme Figura 10.

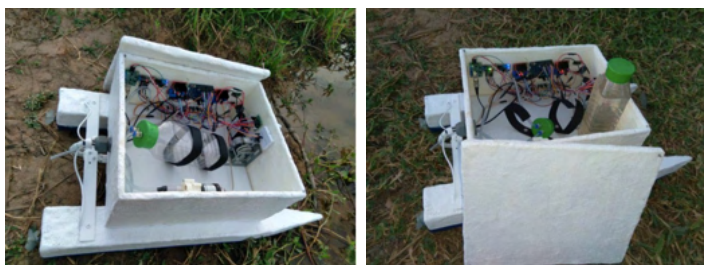


Figura 9 - Sistema de amostragem d’água

Fonte: Própria do autor.

19:23 🕒 📶 🔋 63%

✕ testecampo1lago.csv ↶ ↷ 👤 ⋮

Salvo no dispositivo

	A	B	C	D	E	F	G
1	Latitude	Longitude	Data/hora	Turbidez	pH	Temperatura	
2	-22.9324	-46.81367	10/30/2021 3:03:54 PM	1997.56	5.48	22.94	
3	-22.93242	-46.81361	10/30/2021 3:09:44 PM	1987.16	5.05	22.81	
4	-22.93242	-46.81361	10/30/2021 3:10:08 PM	1945.02	3.72	22.31	
5	-22.93242	-46.81361	10/30/2021 3:10:15 PM	1997.56	3.07	22.37	
6	-22.93242	-46.81361	10/30/2021 3:10:17 PM	1997.56	3.58	22.37	
7	-22.93242	-46.81361	10/30/2021 3:10:19 PM	1923.63	3.72	22.37	
8	-22.93242	-46.81361	10/30/2021 3:10:21 PM	1997.56	3.09	22.37	

☰ Sheet1 ▾ +

Figura 10 - Dados exportados

Fonte: Própria do autor.

Uma vez lidos os sensores, o aplicativo salva as informações no banco de dados com a localização do celular e a hora da leitura.

Para realizar um ciclo de monitoração, desde levar a embarcação até o ponto desejado e seu retorno à margem do lago, são necessários 440s, sendo assim, a BALSANET terá autonomia para realizar com segurança 12 ciclos de monitoramento ou operar por 5280 segundos (1 h e 28 min), conforme listado na Tabela 3.

Passos	Tempo (s)	Consumo (A)			Descrição
		Sistema	Motores	Total	
Posicionar BALSANET	120,00	0,23	1,18	1,41	Propulsão
Abaixar sensores	50,00	0,23	0,00	0,23	Motor de passo
Realizar medições	10,00	0,23	0,00	0,23	Sensores
Coletar água	40,00	0,23	0,40	0,63	Mini-Bomba
Subir sensores	100,00	0,23	0,00	0,23	Motor de passo
Retornar BALSANET	120,00	0,23	1,18	1,41	Propulsão
Total	440,00				

Tabela 3 - Ciclo de monitoração

Fonte: Própria do autor.

5 I CONCLUSÃO

O projeto BALSANET foi concluído conforme a proposta de ser uma plataforma computacional multiparâmetros para a medição da temperatura, numa faixa de -10 °C a 85 °C, medição do pH, numa faixa de 0 a 14 pH, e para a medição da turbidez da água de 0 a 3000 NTU, além disso, possui a funcionalidade de coletar e armazenar até 1L de água e um sistema de propulsão para mover a embarcação até o local a ser monitorado. Seu controle é todo realizado remotamente, por meio de um aplicativo de telefonia móvel, por um usuário a até 60m da embarcação. Mesmo com algumas modificações e adaptações feitas durante o processo de desenvolvimento, principalmente para baratear o protótipo, o projeto atingiu os objetivos propostos. Porém, é fato que para se tornar um produto comercial alguns ajustes e verificações precisam ser feitos, como a precisão e exatidão dos sensores, algo não proposto para esse projeto.

O gasto para o desenvolvimento do protótipo foi de R\$ 1.144,01, passando 14,4% do orçamento de R\$ 1.000,00, porém ainda assim, se comparado a sondas multiparâmetros que realizam a mesmas medições, sem os sistemas de propulsão, coleta de água e controle remoto presentes no protótipo, ele ainda pode ser considerado de baixo custo e vantajoso para os profissionais da área.

A ideia do projeto sempre foi ser um protótipo adaptável, então alguns pontos de melhoria podem ser acrescentados em projetos futuros, como adição de sensores que medem outros parâmetros de qualidade da água, a exemplo do sensor de Oxigênio Dissolvido, implantação de um sistema de GPS na embarcação para melhorar a precisão dos dados gerados ou mesmo para automatizar e um sistema de resfriamento para as amostras. Logo, com a base consolidada por esse projeto o protótipo permite diversas

mudanças futuras para melhor atender aos estudos que serão realizados com ele.

REFERÊNCIAS

ANA. **Indicadores de qualidade** - índice de qualidade das águas (IQA). Portal da qualidade das águas, disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx#>, acesso em 29/4/2021.

ANA. **Monitoramento da qualidade da água em rios e reservatórios**: Unidade 5 - Procedimentos metodológicos para coleta em campo, disponível em: https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/bitstream/ana/2227/5/Unidade_5.pdf, acesso em 29/4/2021.

ANA. **O que é PNQA?**. Portal da qualidade das águas, disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/pnqa.aspx>, acesso em 1/5/2021.

ANA. **Rede nacional** - Introdução. Portal da qualidade das águas, disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/rede-nacional-introducao.aspx>, acesso em 29/4/2021.

ANA; CETESB. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras**: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011.

BRASIL. **Institucional**. Ministério do desenvolvimento regional, disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/ acesso-a-informacao/institucional>, acesso em 23/4/2021.

CETESB. **Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo**: Apêndice D - Índices de Qualidade das Águas. São Paulo: CETESB, 2019.

CETESB, 2020. **Apêndice D: Índice de Qualidade das Águas**, disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2020/09/Apendice-D-Indices-de-Qualidade-das-Aguas.pdf>, acesso em 21/5/2021.

CETESB. **Temperatura da água**. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. São Paulo. 2021, disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/mortandade-peixes/alteracoes-fisicas-e-quimicas/temperatura-da-agua>, acesso em: 21/5/2021.

CONAMA. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional de Meio Ambiente-CONAMA**; disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcd_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf, acesso em 22/4/2021.

FERNANDES, Frederico Oliveira. **Projeto e Dimensionamento de um Catamarã em Materiais Compósitos**. 2016. 89p. Dissertação (Mestrado de Bolonha em Engenharia e Arquitetura Naval) - Técnico Lisboa, Lisboa. 2016.

FREITAS, Eduardo de. **Água potável**. Brasil Escola, disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/agua-potavel.htm>, acesso em 22/4/2021.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **OBSERVANDO OS RIOS**: O Retrato da Qualidade da Água em rios da região Sul e Sudeste do Bioma Mata Atlântica. São Paulo: SOS mata atlântica, 2014.

GPS – *Global Positioning System*. Embrapa, disponível em: <https://www.embrapa.br/satelites-de-monitoramento/missoes/gps>, acesso em: 26/5/2021.

MIT app Inventor. Disponível em: <https://appinventor.mit.edu/about-us>. Acesso em: 10/6/2021

INPE. **Estações do ano**. Centro de previsão do tempo e estudos climáticos. Brasil, 2019, disponível em: <http://clima1.cptec.inpe.br/estacoes/pt#>, acesso em: 22/5/2021.

MATTHIENSEN, Alexandre; KLOCK, Adriana Lídia Santana; BEDENDO, Gizelle Cristina; MARTINI, Rosemari. **Monitoramento e Diagnóstico de Qualidade de Água Superficial**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2014.

MEDEIROS, Marcello. **Bluetooth News**: Sistema de distribuição de conteúdo jornalístico via conexão Bluetooth. In: XXXI Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, 31, 2008, Natal.

MENDONÇA, Angela Maria. **Confiabilidade dos parâmetros monitorados em águas por sonda multiparâmetros**. 2016. 87p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2016.

NOWACKI, Carolina de Cristo Bracht; RANGEL, Morgana Batista Alves. **Química ambiental**: conceitos, processos e estudo dos impactos ao meio ambiente. 1. ed. São Paulo: Editora Érica, 2014.

OLIVEIRA, André Schneider de; ANDRADE, Fernando Souza de. **Sistemas embarcados** - Hardware e Firmware na prática. 2. ed. São Paulo: Editora Érica, 2010. 320p.

pH – Potencial Hidrogeniônico. Digimed: Instrumentação analítica, 2017, disponível em: <https://www.digimed.ind.br/br/noticias/noticia.aspx?cod=33>, acesso em 2/5/2021.

PNQA. **Indicadores de qualidade** - Índice de qualidade das águas (IQA). Portal da Qualidade das águas. Brasil, 2013, disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>, acesso em 23/4/2021.

SILVA, Henrique José da; MARANGONI, Antônio Carlos; SANTOS, Alan Bueno. Projeto e Construção de um barco movido à energia solar. In: *CONEM – Congresso Nacional de Engenharia Mecânica*, 8, 2014, Uberlândia. **Anais eletrônicos**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia e Ciências Mecânicas, 2014. p. 1216 - 1226.

UMANS, Stephen D. **Máquinas Elétricas de Fitzgerald e Kinsley**. tradução: Anatólio Laschuk 7. ed. Porto Alegre: AMGH Editora Ltda., 2014. p. 436.



Engenharia Moderna: Soluções para Problemas da Sociedade e da Indústria 3

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

