

AUTOMAÇÃO DE UMA RÉGUA DE MARÉ COM SISTEMA DE ULTRASSOM INTEGRADO

Gabriel Ribeiro Gomes Ferreira¹

Otávio Ramos Araujo²

Fernando Freitas de Oliveira³

Carlos Augusto de Sampaio França⁴

RESUMO: O projeto “Régua de Maré” é uma iniciativa de ciência-cidadã voltada ao monitoramento do nível do mar no litoral norte de São Paulo, com foco na cidade de São Sebastião. Desenvolvido por estudantes e professores da área ambiental, o projeto, em consonância com o ODS 13, visa contribuir para a compreensão e a conscientização sobre as mudanças climáticas, principalmente no que se refere ao aumento dos níveis dos oceanos. Para isso, foi desenvolvida uma régua automatizada, equipada com sensor ultrassônico *JSN-SR04T*, *Arduino Uno R3* e *datalogger*, para registrar medições contínuas da maré. A régua foi instalada na Marina “Porto das Ilhas” localizada no bairro de Boiçucanga, no município de São Sebastião, e já se encontra em operação, tendo fornecido resultados preliminares referentes à calibração dos sensores, à verificação da estabilidade do sistema e ao funcionamento dos ciclos de medição. Esses dados iniciais demonstraram a viabilidade da metodologia adotada e embasam a próxima fase, que envolverá a ampliação da base de dados para análises preditivas e a participação da comunidade local em ações educativas. Com o projeto se espera construir um histórico das oscilações do nível do mar para contribuir com a rede de monitoramento nacional. Além de produzir os dados ambientais, também se espera contribuir para o letramento científico e oceânico, bem como o engajamento social com foco nas adaptações às mudanças climáticas em regiões costeiras.

Palavras-chave: Mudanças climáticas; Nível do mar; Régua de maré; Automação; *Arduino*.

TÍTULO EM INGLÊS: AUTOMATION OF A TIDE GAUGE WITH AN INTEGRATED ULTRASOUND SYSTEM

ABSTRACT: The “Tide Gauge” project is a citizen science initiative aimed at monitoring sea level changes on the northern coast of São Paulo, with a focus on the

¹ RM: 24007. Aluno(a) regular do curso de Meio Ambiente, da Etec de São Sebastião (188) – E-mail: gabriel.ferreira483@etec.sp.gov.br.

² RM: 23189. Aluno(a) regular do curso de Meio Ambiente, da Etec de São Sebastião (188) – E-mail: otavio.araujo15@etec.sp.gov.br.

³ Orientador(a); Professor(a) Me. da Etec de São Sebastião (188) – E-mail: fernando.oliveira246@etec.sp.gov.br.

⁴ Coorientador(a).

city of São Sebastião. Developed by students and Environmental Science teachers, the project aligns with Sustainable Development Goal 13 and seeks to promote understanding and awareness of climate change, particularly concerning rising sea levels. To achieve this, an automated tide gauge was developed, equipped with a *JSN-SR04T* ultrasonic sensor, *Arduino Uno R3*, and a *datalogger* to continuously record tide measurements. The gauge was installed at the “Porto das Ilhas” Marina, located in the Boiçucanga neighborhood of São Sebastião, and is already in operation. Preliminary results include sensor calibration, system stability checks, and verification of the data recording cycle. These initial findings demonstrate the feasibility of the adopted methodology and support the next phase of the project, which includes expanding the dataset for predictive analysis and engaging the local community in educational activities. The project aims to build a historical record of sea level fluctuations to contribute to the national monitoring network. In addition to generating environmental data, it also seeks to enhance scientific and ocean literacy and foster social engagement focused on climate change adaptation in coastal areas.

Keywords: Climate change; Sea level. Tide gauge; Automation; *Arduino*.

1 INTRODUÇÃO

As Mudanças Climáticas representam uma ameaça existencial para a humanidade. Em março de 2023, o Sexto Relatório de Avaliação (AR6 – *Sixth Assessment Report*) do Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas (IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change*), organismo das Nações Unidas (UN - *United Nations*), encerrou um ciclo de compilação e análise do conhecimento científico sobre o estado do clima – atual e pretérito – e previsão para o futuro. Os relatórios do IPCC indicaram o crescente aumento da temperatura do planeta e elevação do nível dos oceanos. O aquecimento global já está afetando as condições meteorológicas e os eventos climáticos extremos em todas as regiões do planeta, como demonstrado no Sexto Relatório de Avaliação do IPCC, que reúne as mais recentes evidências científicas sobre as mudanças no sistema climático terrestre (IPCC, 2021). O evento de chuva extrema em São Sebastião em 19 de fevereiro de 2023 é, muito provavelmente, um efeito desse aquecimento na atmosfera; os danos à natureza e perda de vidas são exemplos de impactos adversos das Mudanças Climáticas causadas pela humanidade. É urgente a mitigação e adaptação às Mudanças Climáticas (IPCC, 2021). Para isso, é necessário que a população se aproprie do problema, entenda, discuta e proponha soluções.

Estudos realizados por pesquisadores do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IO – USP) evidenciam uma tendência de elevação do

nível médio do mar no litoral paulista nas últimas décadas. Dados coletados no marégrafo do Porto de Santos, entre 1940 e 2014, identificaram um aumento contínuo do nível do mar, com projeções que estimam a elevação em até um metro para o final do século XXI. As elevações do nível do mar são associadas pela comunidade científica aos padrões de emissões de gases do efeito estufa (IPCC, 2021). Alguns dados coletados em Cananéia, no litoral sul do estado de São Paulo, constatarem uma taxa de aumento do nível do mar de 1,88mm por ano. Esses resultados apontam para uma necessidade de ampliação do monitoramento, e atenção à elevação do nível do mar em zonas costeiras (ALFREDINI; ARASAKI, 2018; ALFREDINI et al., 2020; ALMEIDA et al., 2021).

O aquecimento global observado desde o século XIX, em comparação ao período pré-industrial, é amplamente documentado e constitui a principal causa do aumento do nível do mar. Segundo dados do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2021), o aquecimento recente é inédito em pelo menos dois mil anos e está diretamente relacionado à queima de combustíveis fósseis — como carvão, petróleo e gás — e às alterações do uso da terra promovidas pela ação humana. As informações que fundamentam essas afirmações podem ser consultadas nos gráficos de reconstrução e simulação climática apresentados no *Sixth Assessment Report* do IPCC.

O nível do mar é uma variável fundamental para o estudo do clima da Terra. O aumento global do nível médio do mar, medido por diversos instrumentos — como satélites altimétricos, marégrafos eletrônicos e mecânicos, além de réguas de maré — constitui uma das evidências mais consistentes do aquecimento global. De acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2021), as observações indicam uma elevação contínua desde meados do século XIX, com acelerada intensificação a partir da segunda metade do século XX. As informações que demonstram essa tendência podem ser consultadas nos gráficos de variação histórica do nível do mar apresentados no *Sixth Assessment Report*.

O aquecimento global já está afetando as condições meteorológicas e os extremos climáticos em todas as regiões da Terra (IPCC, 2021). O evento de chuva extrema em São Sebastião, ocorrido em 19 de fevereiro de 2023, é, segundo análises do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres

Naturais (CEMADEN), muito provavelmente um reflexo do aquecimento anômalo da atmosfera; os danos à natureza e a perda de vidas humanas são exemplos dramáticos dos impactos adversos das mudanças climáticas provocadas pela ação humana (CEMADEN, 2023).

É urgente a mitigação e adaptação às Mudanças Climáticas (IPCC, 2021). Para isso é necessário que a população se aproprie do problema, entenda, discuta e proponha soluções.

O objetivo deste projeto de ciência-cidadã Régua de Maré é o de estimular o interesse de estudantes e da população do litoral (Norte de São Paulo, São Sebastião) em Mudanças Climáticas através do estudo do nível do mar: medição, entendimento dos principais fenômenos observados e previsão.

A ciência-cidadã consiste na parceria entre amadores e cientistas na coleta de dados para a pesquisa científica, utilizando metodologias participativas desenvolvidas por cidadãos ou em colaboração com pesquisadores profissionais, com o objetivo de ampliar a participação do público na gestão ambiental (SIBBR, [s.d.]).

O projeto Régua de Maré propicia o engajamento da sociedade com a pesquisa científica, na medida em que os participantes (alunos, pescadores, visitantes) atuarão como colaboradores na coleta dos dados, assumindo um papel significativo no projeto. Os participantes, poderão, também, participar da análise dos dados e comunicação dos resultados, que serão disponibilizados de forma ampla e com livre acesso.

O projeto Régua de Maré está alinhado com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) 13 (ODS 13 - Ação contra Mudança Global do Clima) e com a Década da Ciência do Oceano para o Desenvolvimento Sustentável, 2020 a 2030, decretada pela Assembleia Geral da ONU em 2017.

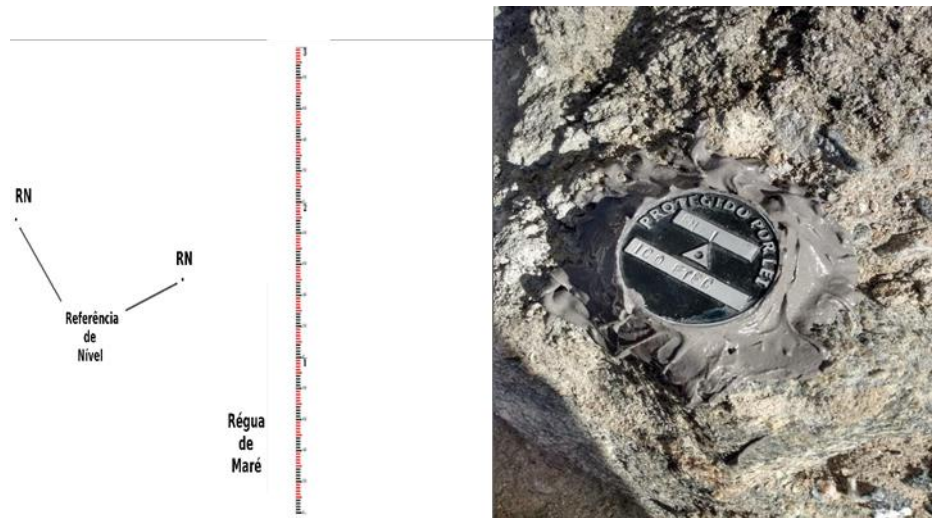
2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Conceitos fundamentais

2.1.1 Régua de maré manual

A *Régua de Maré* é uma régua graduada, passível de ser visualizada à distância de vários metros, instalada verticalmente, semi-submersa no oceano e referenciada ao terreno (Figura 1) (IOC, 1985).

Figura 1 - Régua de Maré e Referência de Nível (RN).

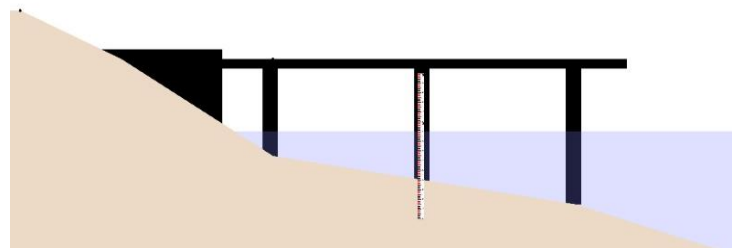


Fonte: ICO, 2020, disponível em: www.ico.org.br.

A régua deve ser graduada em centímetros, de 2 a 3 metros de comprimento e largura da ordem de 10 cm permitindo a inscrição de números indicadores de vários centímetros, visíveis à distância de vários metros; a Referência de Nível (RN) é, normalmente, um disco de aço de 5cm de diâmetro encravado em rocha ou construções perenes nas imediações do local de instalação para nivelamento geométrico da régua de maré.

A Régua de Maré é, normalmente, instalada em píeres molhes, cais ou outra estrutura rígida ligada ao terreno que avance sobre o mar; também pode-se construir um pilar semi-submerso especialmente para a instalação da régua (Figura 2). Locais expostos a ondas de gravidade superficiais devem ser evitados e escolhidos estuários ou baías protegidas do mar aberto.

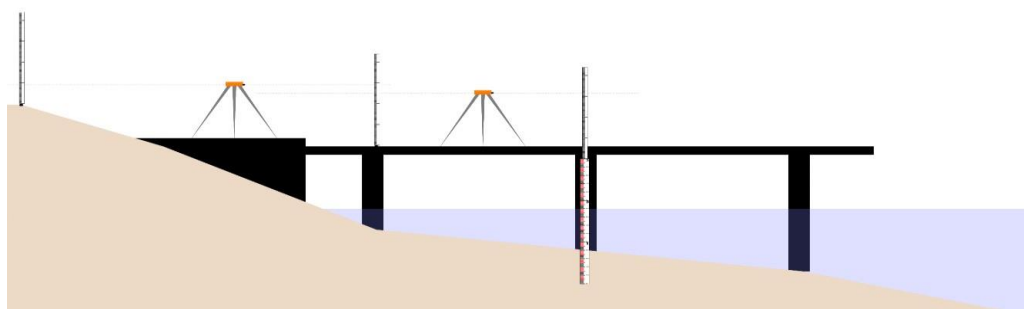
Figura 2 - Régua de Maré instalada em pilar de píer.



Fonte: ICO, 2020, disponível em: www.ico.org.br.

O comprimento da régua deve ser maior do que a amplitude de variação do nível do mar local e instalada de forma a que a base (o nível zero da régua) esteja sempre submerso e o topo sempre acima da superfície do mar. A Referência de Nível (RN) deve ser instalada nas imediações, em terreno seco e firme – matacões ou lajes de rochas – e associada à Régua de Maré por nivelamento geométrico (Figura 8). O nivelamento geométrico deve ser repetido anualmente ou no caso de manutenção da Régua de Maré.

Figura 3 - O nivelamento geométrico.



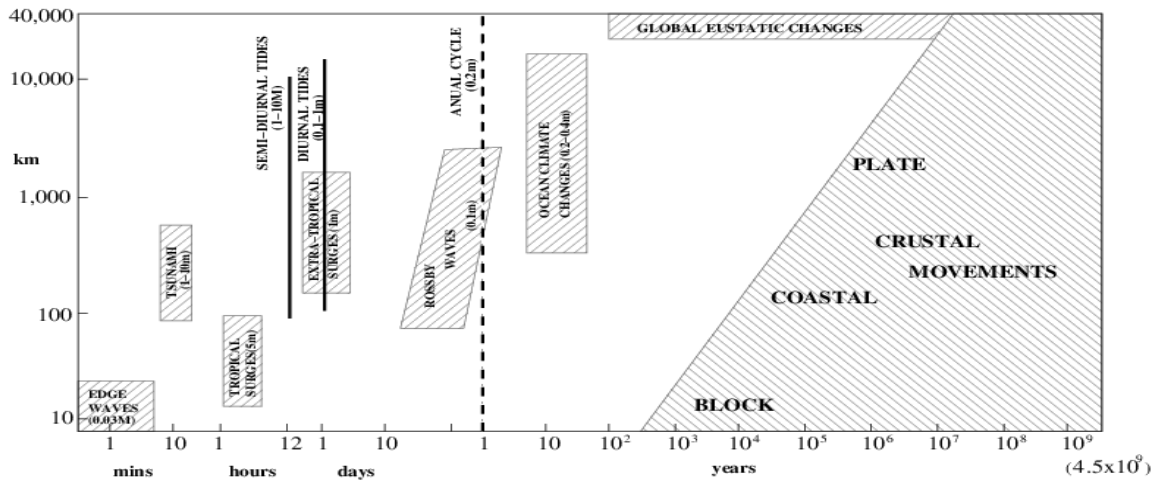
Fonte: ICO, 2020, disponível em: www.ico.org.br.

2.1.2 Medição do Nível do Mar

Nível do Mar tem escalas temporais de variação que vão desde segundos – ondas capilares – até a idade da Terra, 4.5 bilhões de anos, com amplitudes de milímetros até dezenas de metros (Figura 9). A Régua de Maré, no entanto, só permite medições com escalas temporais de vários minutos até anos e amplitudes de centímetros até poucos metros. Assim, o observador deverá registrar as medições numa tabela da forma: Ano – Mês – Dia – Hora – Minuto – Nível do Mar (em centímetros).

Idealmente, os registros devem ser a intervalos de tempo regulares – da ordem de minutos – e contínuos por vários anos. Para este projeto, educacional e cidadão, bastam medidas esparsas, diárias, complementadas por períodos especiais de medições a intervalos horários – por exemplo, uma vez por mês, seis horas de observação.

Figura 4 - Escalas espaciais – desde centímetros até a circunferência da Terra – e temporais desde minutos até a idade da Terra de variação do Nível do Mar.



fonte: adaptado de D.T. Pugh (1987).

2.1.3 Maré Astronômica

A Maré Astronômica, causada pela força de atração gravitacional da Lua e do Sol e inércia sobre o oceano da Terra, pode ser representada no Nível do Mar em uma determinada localidade como a soma de várias ondas de períodos (ou frequências) conhecidos:

$$\eta_t = \sum_{i=1}^N A_i \cos \omega_i t - \phi_i,$$

Onde η_t é o nível do mar (devido à maré astronômica) no instante de tempo t , A_i amplitude, ω_i frequência angular e ϕ_i fase da i-ésima onda.

A frequências angulares $\omega_i = 2\pi/T_i$ estão associadas aos períodos T_i dos movimentos dos três astros (Terra, Lua e Sol). A Tabela 1 apresenta os períodos das seis ondas principais da maré astronômica.

Tabela 1 – constituintes harmônicas da maré e seus respectivos períodos

Espécie	Símbolo	Período (horas)
Lunar Principal Semi-diurna	M_2	12.4206012
Solar Principal Semi-diurna	S_2	12.00
Lunar Elíptica Semi-dirna	N_2	12.65834751
Lunar diurna	K_1	23.93447213

Pequeno-fundo Lunar Principal	M_s	6.210300601
Lunar diurna	O_s	25.81933871

2.1.4 Maré Meteorológica

A Maré Meteorológica (*Storm Surge* em inglês) é o fenômeno causado no oceano por eventos atmosféricos – frentes frias, ciclones, furacões – e pode ser observado no nível do mar.

2.1.5 Aumento do Nível do Mar

O Aumento do Nível do Mar (*Sea Level Rise*) devido ao Aquecimento Global é, em média, de poucos milímetros por ano – 3.2 a 4.2 mm/ano (IPCC, 2021). Observações consistentes por vários anos na Régua de Maré podem detectar esse sinal no nível do mar.

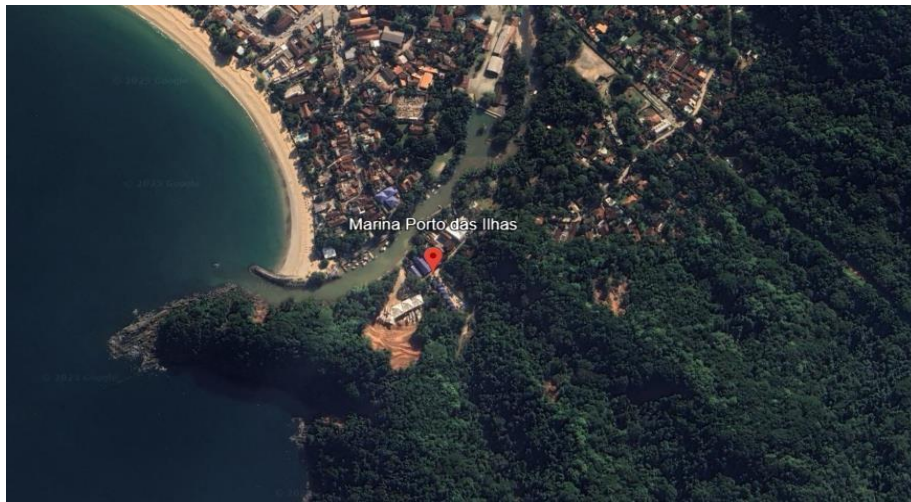
2.1.6 Marégrafo Costeiro

O monitoramento automatizado do nível do mar é realizado por marégrafos, instrumentos capazes de registrar continuamente a altura da superfície marinha em relação a um Datum (como latitudes e longitudes) substituindo as antigas observações manuais feitas com a régua de maré. De acordo com o National Ocean Service, os marégrafos modernos funcionam por meio de sensores que medem a variação do nível da água ao longo do tempo, permitindo registros contínuos e de alta precisão (NOAA, 2024).

2.2 Materiais e Métodos

A metodologia do projeto “Régua de Maré” inicialmente consistiu na construção de um dispositivo de medição do nível do mar, considerado acessível em termos de custos. A régua foi desenvolvida na ETEC de São Sebastião, em parceria com o Instituto de Cultura Oceânica (ICO) e instalada na Marina Porto das Ilhas, no bairro de Boiçucanga em São Sebastião-SP (Figura 5).

Figura 5 - “Marina Porto das Ilhas”



Fonte: elaborado pelo autor, disponível em: Google Earth

O projeto Régua de Maré propicia o engajamento da sociedade com a pesquisa científica, na medida em que os participantes (alunos, pescadores, visitantes) atuarão como colaboradores na coleta dos dados, assumindo um papel significativo no projeto. As comunidades, poderão, também, participar da análise dos dados e comunicação dos resultados, que serão disponibilizados de forma ampla e com livre acesso.

Na construção da régua foram empregados sensores ultrassônicos, acoplados a um sistema de registro digital, o que garante a precisão e a replicabilidade das medições.

O principal componente utilizado na medição foi o sensor ultrassônico *JSN-SR04T*, escolhido por ser à prova d'água e por sua estrutura compacta, ideal para ambientes marinhos. Esse sensor funciona emitindo pulsos ultrassônicos através do pino *Trig* (dispositivo que dispara o pulso ultrassônico). Esses pulsos viajam até a superfície da água e, ao se refletirem, retornam ao sensor, que calcula a distância com base no tempo de ida e volta da onda sonora captado pelo pino *Echo*. O dispositivo é capaz de medir distâncias de 25 cm a 600 cm, atendendo bem à variação esperada no nível do mar no local. O processamento e a coordenação das leituras foram realizados por dispositivo *Arduino Uno R3*, que combina um microcontrolador com uma *IDE* (Ambiente de Desenvolvimento Integrado) (Figura 6).

Figura 6 - sistema interno bruto



Fonte: elaborado pelo autor

A programação, feita em linguagem baseada em C/C++ foi feita utilizando o aplicativo Arduino *IDE*, define parâmetros de inicialização com a função *setup()* e executa medições e gravações em laço contínuo com a função *loop()*. Todo o código arduino foi customizado para o ambiente costeiro e configurado para medições periódicas ao longo do dia. Para garantir o registro histórico das medições, o sistema conta com um *data logger* (dispositivo que armazena dados), composto por dois componentes principais: um cartão de memória *SD*, responsável pelo armazenamento físico dos dados, e um relógio de tempo real (*RTC*), que registra a data e hora exatas de cada medição. Isso permite a posterior análise temporal dos dados, cruzando as informações com eventos meteorológicos ou outras variáveis ambientais da região.

A instalação do sistema e sua configuração foram realizadas garantindo a integridade dos dados e a segurança dos equipamentos. O acompanhamento de leitura dos dados do equipamento vem sendo realizado semanalmente, buscando, além de avaliar o correto funcionamento, também uma interpretação dos dados coletados. A construção da régua automatizada envolveu a aquisição e montagem de diversos componentes de baixo custo, visando acessibilidade e replicabilidade.

A estrutura física foi composta por uma régua metálica de aço com 2 metros de comprimento, ao custo aproximado de R\$ 300, fixada com tubos de *PVC*, luvas e conexões em "T", totalizando R\$ 100 em materiais de suporte. Para a medição do nível do mar, foi utilizado um sensor ultrassônico *JSN-SR04T* (R\$ 50,00), conectado a um *Arduino Uno R3* (R\$ 100), responsável pelo processamento dos dados.

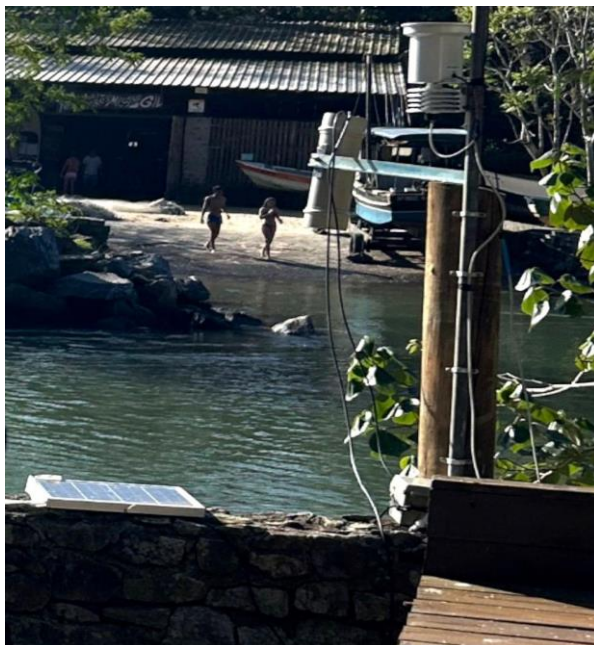
O sistema de registro inclui um *datalogger* com cartão de memória *SD* e relógio de tempo real (*RTC*), com custo aproximado de R\$ 50,00, possibilitando a coleta contínua e a marcação temporal precisa das medições. Para garantir a autonomia energética do sistema em campo, foi instalado um painel solar com bateria recarregável, com custo estimado de R\$ 150,00. Dessa forma, o investimento total na montagem da régua automatizada foi de aproximadamente R\$ 750, demonstrando a viabilidade técnica e econômica de projetos de ciência-cidadã com tecnologia acessível.

O projeto “Régua de Maré” é uma iniciativa de ciência-cidadã voltada ao monitoramento do nível do mar no litoral norte de São Paulo, com foco na cidade de São Sebastião. Desenvolvido por estudantes e orientadores da área ambiental da ETEC, o projeto visa contribuir para o entendimento e a conscientização sobre as mudanças climáticas (ODS 13), utilizando uma régua automatizada equipada com sensor ultrassônico *JSN-SR04T*, *Arduino Uno R3* e *datalogger* com *Real Time Clock (RTC)* para registrar medições contínuas da maré. A régua foi instalada na Marina de Boiçucanga e já se encontra em operação, tendo fornecido resultados preliminares referentes à calibração dos sensores, à verificação da estabilidade do sistema e ao funcionamento dos ciclos de medição. Esses dados iniciais demonstraram a viabilidade da metodologia adotada e embasam a próxima fase, que envolve a ampliação da base de dados para análises preditivas e a participação da comunidade local em ações educativas. O projeto, além de produzir dados ambientais, promove o letramento científico e o engajamento social com a sustentabilidade e a adaptação climática em regiões costeiras.

2.3 Resultados e Discussões

A criação e o desenvolvimento do sistema interno do marégrafo costeiro evidenciam os resultados preliminares obtidos nesse projeto, onde todo o foco se concentra na obtenção dos dados de maré a partir deste dispositivo. A instalação ocorreu no dia 29/05/2025 tendo seu início às 15:22 e sua conclusão aproximadamente às 17:55.

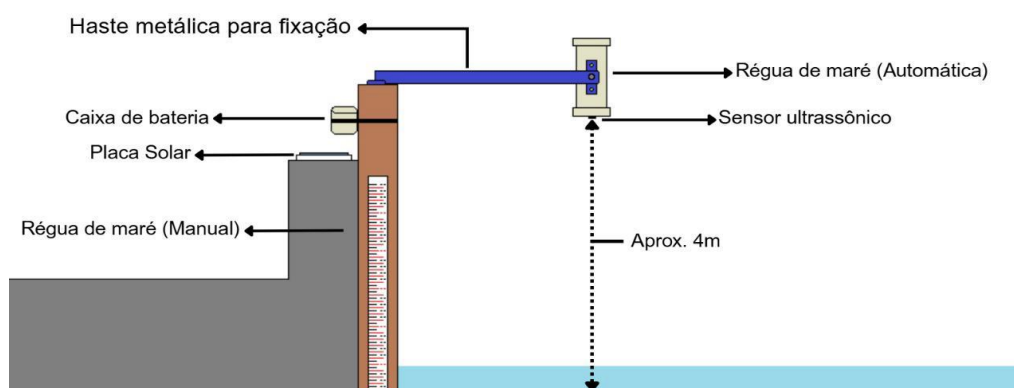
Figura 7 - marégrafo automático costeiro



fonte: Elaborado pelo autor.

Após a instalação da régua de maré na marina Porto das Ilhas em Boiçucanga, foi gerada a planta esquemática (figura 8) para que melhor fosse a visualização da instalação do aparelho e para que fosse criado um padrão de instalação. Obtendo, assim, uma planta que informa os pontos mais importantes para a instalação do marégrafo costeiro.

Figura 8 – planta de instalação do marégrafo automático costeiro

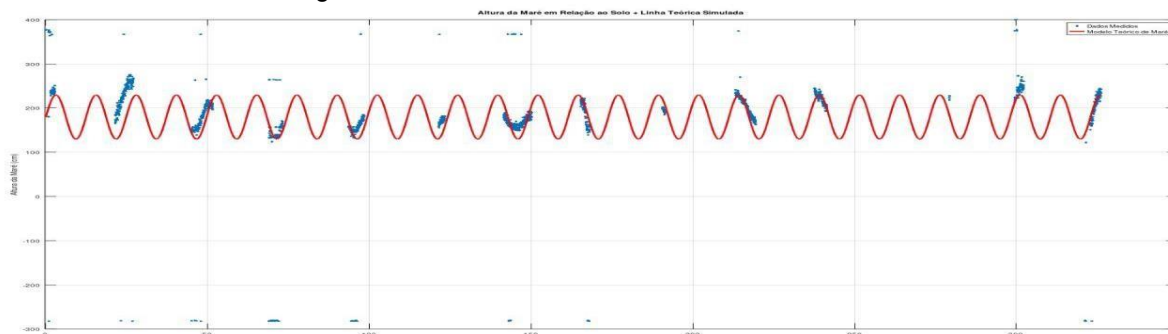


Fonte: Elaborado pelo autor.

Após sua instalação, o marégrafo costeiro teve um período de aproximadamente 15 dias em que uma série de dados relacionados sobre a maré

de Boiçucanga, localizado na Marina Porto das Ilhas, foram coletados. Com base nisso, foi necessário utilizar um software voltado para cálculos numéricos chamado *GNU Octave*. Sua principal função neste trabalho foi a plotagem dos dados em um gráfico funcional, graduado em centímetros com base nas medidas e com apenas algumas edições, foi obtido o primeiro gráfico oficial do projeto.

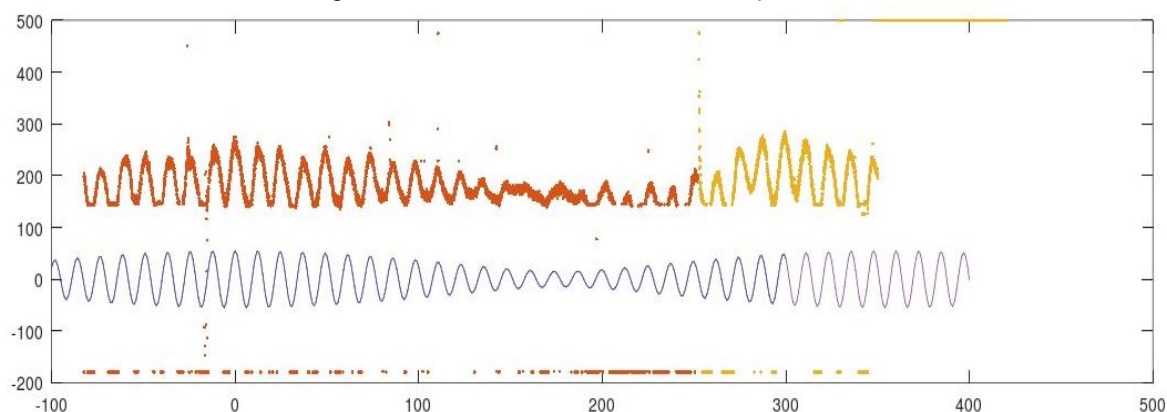
Figura 9 – Altura da Maré + linha simulatória



Fonte: Elaborado pelo autor.

Neste gráfico (figura 9), os pontos em azul representam as medidas que foram coletadas neste período de 15 dias iniciais. É notável que poucas medidas foram obtidas, então foi colocada uma linha simulatória (em vermelho) por cima das medidas, para que mesmo assim fosse possível a leitura do nível do mar. Com este gráfico, foi possível observar as falhas no aparelho que realizou as medidas e estudá-las para solucionar quaisquer problemas que tenham impedido o funcionamento contínuo da régua de maré.

Figura 10 – Altura da Maré + linha de previsão



Fonte: Elaborado pelo autor.

Logo após algumas manutenções na régua de maré e alguns aperfeiçoamentos na criação de gráficos, obtivemos os seguintes resultados evidenciados no gráfico (figura 10) iniciou-se outra coleta de dados de 14 dias (representados em vermelho) e

após esta coleta, mais 4 dias de dados foram coletados (representados em amarelo). O aparelho foi programado para medir de 2 em 2 minutos e nesse período total de 18 dias foram obtidas 12.356 medidas com sucesso.

Além disso, foi realizada a primeira previsão do nível do mar que foi construída com base nos dados que foram coletados. As ondas em azul situadas no ponto zero representam uma simulação que acompanha o padrão do nível do mar, com isso, basta estendê-las, para além das medidas que foram coletadas, assim pode-se obter uma previsão do nível do mar dos próximos dias, alinhando a previsão sempre que mais dados forem coletados.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto Régua de Maré é um projeto simples, de baixo custo, mas demanda o engajamento da população litorânea; esse engajamento, no entanto, é objetivo central de um projeto de ciência cidadã, é possível enxergar como ele impacta na população através do plano de disseminação livre do conhecimento científico e dos dados que serão coletados constantemente. Enquanto o projeto estiver em operação, será dada a continuidade através de manutenções e inspeções realizadas pelos futuros alunos da Etec, assim a coleta dos dados e a plotagem dos gráficos poderá permanecer em funcionamento.

Atualmente o projeto se encontra em processo de expansão. No próximo período, as interações com a Etec (Verdescola), com o Instituto de Conservação Costeira (ICC) e Parque Municipal do Juqueriquerê (Figura 14), Caraguatatuba, preveem futuras instalações do equipamento desenvolvido neste projeto, evidenciando que este projeto poderá alcançar boa parte do litoral norte do estado de São Paulo.

O projeto Régua de Maré está alinhado à Década do Oceano 2020 a 2030 e ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 13, Ação contra a mudança global do clima, adotar medidas urgentes para combater as alterações climáticas e os seus impactos, particularmente, 13.3 Melhorar a educação, aumentar a conscientização e a capacidade humana e institucional sobre mitigação, adaptação, redução de impacto e alerta precoce da mudança do clima.

REFERÊNCIAS

ALFREDINI, P.; ARASAKI, E. Estimation and impacts of sea level rise in Santos Port and adjacent areas. *Journal of Coastal Research*, v. 85, p. 1216–1220, 2018.

ALFREDINI, P. et al. Elevação do nível do mar: medições e consequências no Brasil e no mundo. *Revista DAE*, São Paulo, n. 246, p. 6–23, jan./abr. 2020.

ALMEIDA, L. M. et al. Crustal sinking and the sea level at Cananéia, SP, Brazil. *Continental Shelf Research*, v. 215, p. 104334, 2021.

ALMEIDA, Lucas Moreira de et al. *Tendências do nível do mar em Cananéia (SP): análise temporal com base em marégrafos*. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 14, n. 3, p. 1268–1281, 2021. Disponível em: <https://www.rbgf.org.br>. Acesso em: 8 jun. 2025.

CEMADEN – CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS. *Nota técnica sobre o evento de chuvas extremas em São Sebastião, SP*. São José dos Campos: CEMADEN, fev. 2023. Disponível em: <https://www.cemaden.gov.br>. Acesso em: 8 jun. 2025.

INSTITUTO DE CULTURA OCEÂNICA. Portal do Instituto de Cultura Oceânica. [S.l.]: Instituto de Cultura Oceânica, [s.d.]. Disponível em: <https://www.ico.org.br>. Acesso em: 5 jun. 2025.

IOC – Intergovernmental Oceanographic Commission. *Manual on Sea-Level Measurement and Interpretation. Volume I: Basic Procedures*. (IOC Manuals and Guides, 14). Paris: UNESCO, 1985.

IPCC. Mudanças Climáticas 2021: A Base da Ciência Física. Contribuição do Grupo de Trabalho I ao Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. Cambridge: Cambridge University Press, 2021. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>. Acesso em: 5 jun. 2025.

NOAA. *What is a tide gauge?* 2024. Disponível em: <https://oceanservice.noaa.gov/facts/tide-gauge.html>. Acesso em: 8 jun. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. *Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável 2021–2030*. Paris: UNESCO, 2017. Disponível em: <https://oceandecade.org>. Acesso em: 5 jun. 2025.

SIBBR – SISTEMA DE INFORMAÇÃO SOBRE A BIODIVERSIDADE BRASILEIRA.

Ciência cidadã. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, [s.d.]. Disponível em: <https://sibbr.gov.br>. Acesso em: 8 jun. 2025.