



Flávia Rebelo Mochel
(Organizadora)

Gerenciamento Costeiro e Gerenciamento Portuário 2

Atena
Editora
Ano 2019

Flávia Rebelo Mochel
(Organizadora)

Gerenciamento Costeiro e Gerenciamento Portuário 2

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Rafael Sandrini Filho
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. 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.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
G367	Gerenciamento costeiro e gerenciamento portuário 2 [recurso eletrônico] / Organizadora Flávia Rebelo Mochel. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Gerenciamento Costeiro e Gerenciamento Portuário; v. 2) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-620-1 DOI 10.22533/at.ed.201191109 1. Portos – Administração. I. Atena Editora. CDD 387.1
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Gerenciamento Costeiro e Gerenciamento Portuário 2” é uma coletânea de trabalhos científicos que situa a discussão sobre tópicos do desenvolvimento e seus impactos socioambientais em diversas localidades da zona costeira brasileira, de maneira interdisciplinar e contextualizada.

Os capítulos abordam resultados de investigações, estudos de caso, aplicações de tecnologias, modelagens e protocolos de pesquisa, nos campos das Ciências Ambientais e Sociais, Geociências, Engenharia Ambiental, Planejamento e Gestão de atividades socioeconômicas.

Neste segundo volume, o objetivo essencial foi difundir o conhecimento adquirido por diferentes grupos de pesquisa e apresentar o que está sendo desenvolvido nas instituições de ensino e pesquisa do país no tocante às aplicabilidades desse conhecimento para a gestão das áreas costeiras e portuárias. A demanda crescente por áreas para o estabelecimento de indústrias, terminais, embarcadouros, expansão das cidades, para o incremento da economia, geração de emprego e renda, desemboca nos desafios de gerir atividades conflitantes e nas consequências sobre a sociedade e o meio ambiente. Somam-se à ocupação humana, a dinâmica natural da zona costeira, influenciada por uma indissociável interação oceano-atmosfera, por movimentos sísmicos e eustáticos, modelando ambientes de alta e baixa energia, alterando o nível dos mares e reestruturando o litoral e as populações que aí vivem.

A complexidade dos fatores intrínsecos à uma zona de interface entre moduladores continentais e marinhos remete à importância de políticas públicas específicas de gerenciamento socioambiental, debatidas e construídas em consonância com a sociedade.

Conteúdos apresentados aqui se propõem a contribuir com o conhecimento de educadores, pesquisadores, estudantes e todos os interessados na zona costeira em seus aspectos metodológicos, conceituais e operacionais, ambiente esse frágil e heterogêneo vital para a manutenção da economia, da sociedade e da vida.

A Atena Editora investe na relevância da divulgação científica ao oferecer ao público uma obra que contém registros obtidos por diversos grupos de pesquisa comprometidos com a sustentabilidade e exposta de maneira objetiva e educativa.

Flávia Rebelo Mochel

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
COMPACTAÇÃO DE PRAIS ARENOSAS: EFEITOS DE ESPIGÕES COSTEIROS E TRÁFEGO DE VEÍCULOS, ILHA DO MARANHÃO – BRASIL	
Janiussom da Costa Botão	
Brunno Jansen Franco	
Daniel de Matos Pereira	
Jordan Syllas Saraiva Leite	
Saulo Santiago de Albuquerque	
Thais da Silva Melo	
Valléria Vieira Pereira	
Leonardo Gonçalves de Lima	
DOI 10.22533/at.ed.2011911091	
CAPÍTULO 2	13
AVALIAÇÃO DO CLIMA DE ONDAS <i>SWELL</i> NA PLATAFORMA CONTINENTAL DO MARANHÃO E SEU COMPORTAMENTO SOB CONDIÇÕES EXTREMAS	
Gustavo Souza Correia	
Cláudia Klose Parise	
DOI 10.22533/at.ed.2011911092	
CAPÍTULO 3	26
APLICABILIDADE DO MODELO HABITAT RISK ASSESSMENT DO INVEST PARA GESTÃO DE ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL	
Laura Dias Prestes	
Julia Nyland do Amaral Ribeiro	
Milton Lafourcade Asmus	
Tatiana Silva da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.2011911093	
CAPÍTULO 4	36
ESTIMATIVA DAS TAXAS DE TRANSPORTE SEDIMENTAR AO LONGO DA COSTA BRASILEIRA	
Tháisa Beloti Trombetta	
William Correa Marques	
Ricardo Cardoso Guimarães	
DOI 10.22533/at.ed.2011911094	
CAPÍTULO 5	48
A PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO CULTURAL COSTEIRO E O PROGRAMA DE VISITAÇÃO E CONSERVAÇÃO DA ILHA DO CAMPECHE	
Gabriela Decker Sardinha	
Camila Andreussi	
Diego Melo Arruda Rodrigues	
Fernanda Cirello	
DOI 10.22533/at.ed.2011911095	
CAPÍTULO 6	59
ABORDAGEM INTEGRADA PARA A RECUPERAÇÃO DE MANGUEZAIS DEGRADADOS EM ÁREAS PORTUÁRIAS COM ESTUDO DE CASO EM SÃO LUÍS, MARANHÃO	
Flávia Rebelo Mochel	
Ivanilson Luiz Alves Fonseca	
DOI 10.22533/at.ed.2011911096	

CAPÍTULO 7	72
ROUTE BRASIL: UMA ROTA DE SOLUÇÕES PARA O PROBLEMA DO LIXO NO MAR	
Simao Filippe Pedro da Costa Tony de Carlo Vieira Nicole Machado Correa Julia Nyland do Amaral Ribeiro	
DOI 10.22533/at.ed.2011911097	
CAPÍTULO 8	75
MONTAGEM, VALIDAÇÃO E INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA SENSOR ULTRASSÔNICO DE BAIXO CUSTO PARA MEDIÇÃO DE NÍVEL FREÁTICO EM AMBIENTES COSTEIROS	
Bento Almeida Gonzaga Deivid Cristian Leal Alves Jean Marcel de Almeida Espinoza Miguel da Guia Albuquerque Tatiana de Almeida Espinoza	
DOI 10.22533/at.ed.2011911098	
CAPÍTULO 9	85
MORPHODYNAMICS AND MACROFAUNA COMMUNITIES IN 12 SANDY BEACHES OF BRAZIL NORTHEAST: A SEMIARID TROPICAL STUDY	
Liana Rodrigues Queiroz Cristina de Almeida Rocha-Barreira	
DOI 10.22533/at.ed.2011911099	
CAPÍTULO 10	107
OS OBJETIVOS DA AGENDA AMBIENTAL PORTUÁRIA COMO INSTRUMENTOS DE ARTICULAÇÃO ENTRE GESTÃO AMBIENTAL PORTUÁRIA E GERENCIAMENTO COSTEIRO: AÇÕES DESENVOLVIDAS NO PORTO DE SUAPE (PERNAMBUCO)	
Sara Cavalcanti Wanderley de Siqueira Danielle Cássia dos Santos Thaís de Santana Oliveira Ingrid Zanella Andrade Campos Daniele Laura Bridi Mallmann Matheus Aragão de Melo Gusmão	
DOI 10.22533/at.ed.20119110910	
CAPÍTULO 11	114
ANÁLISE POR SENSORIAMENTO REMOTO DE ÁREAS SOB EROÇÃO EM MANGUEZAIS E SISTEMAS COSTEIROS NO MUNICÍPIO DE APICUM AÇU, ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL-APA- DAS REENTRÂNCIAS MARANHENSES, BRASIL	
Flávia Rebelo Mochel Cássio Ibiapina Cardoso Ivanilson Luís Alves Fonseca	
DOI 10.22533/at.ed.20119110911	
SOBRE A ORGNIZADORA	126
ÍNDICE REMISSIVO	127

MONTAGEM, VALIDAÇÃO E INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA SENSOR ULTRASSÔNICO DE BAIXO CUSTO PARA MEDIÇÃO DE NÍVEL FREÁTICO EM AMBIENTES COSTEIROS

Bento Almeida Gonzaga

Universidade Federal do Rio Grande – FURG
Rio Grande / RS

Deivid Cristian Leal Alves

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS
Rio Grande / RS

Jean Marcel de Almeida Espinoza

Instituto Federal do Rio Grande do Sul – IFRS,
Campus Rio Grande.
Rio Grande / RS

Miguel da Guia Albuquerque

Instituto Federal do Rio Grande do Sul – IFRS,
Campus Rio Grande.
Rio Grande / RS

Tatiana de Almeida Espinoza

Universidade Federal do Rio Grande – FURG
Rio Grande / RS

RESUMO: As zonas costeiras são caracterizadas como regiões que estão submetidas a um intenso processo de ocupação. Nessa perspectiva, o conhecimento dos fatores associados aos ciclos costeiros (e.g., nível freático) nesses ambientes são fundamentais para a gestão de eventuais episódios de inundação. Entender quais ações antrópicas interferem na dinâmica dos ciclos costeiros e como essas afetam o bem-estar humano é primordial para a concepção de

estratégias de gestão que estejam aliadas com a mitigação e/ou prevenção dos efeitos causados pela elevação do nível do mar ou fluvial nessas áreas, principalmente, quando essas estão no perímetro urbano. Comumente, as medições do nível freático são realizadas pontualmente e sazonalmente, com uso de poços instalados no ambiente costeiro. Avanços no design de sensores de baixo custo estão cada vez mais presentes no monitoramento de variáveis costeiras. Tendo em vista que um conhecimento das variações de amplitude do nível freático é fundamental para um melhor entendimento do balanço hídrico e do fluxo subterrâneo, esse estudo visa o desenvolvimento de um sistema sensor de baixo custo como alternativa ao monitoramento de alta frequência do nível freático, que juntamente com estratégias bem definidas de gestão, tende a minimizar os efeitos causados pela elevação do nível do mar ou fluvial em ambientes costeiros e urbanos.

PALAVRAS-CHAVES: Nível do lençol freático, zonas costeiras, arduino, sensores de nível, medição de alta frequência.

ASSEMBLY, VALIDATION AND
INSTALLATION OF LOW COST ULTRASONIC
SENSOR SYSTEM FOR MEASUREMENT
OF GROUNDWATER LEVEL IN COASTAL

ABSTRACT: The coastal zones are characterized as regions that are undergoing an intense occupation process. In this perspective, knowledge of the factors associated with the coastal cycles (e.g. groundwater level) in these environments are fundamental for the management of eventual flood episodes. Understanding which anthropogenic actions interfere with the dynamics of coastal cycles and how they affect human well-being is paramount in the design of management strategies that are allied with mitigation and / or prevention of the effects caused by sea level rise areas, especially when these are in the urban perimeter. Commonly, water table level measurements are made on a timely and seasonal basis, using wells installed in the coastal environment. Advances in the design of low cost sensors are increasingly present in the monitoring of coastal variables. Considering that a knowledge of the variations of groundwater level is fundamental for a better understanding of the water balance and the underground flow, this study aims at the development of a low cost sensor system as an alternative to the high frequency monitoring of the water table, which, together with well-defined management strategies, tends to minimize the effects caused by sea level rise or river use in coastal and urban environments.

KEYWORDS: Groundwater level, coastal zones, arduino, level sensors, high frequency measurement.

1 | INTRODUÇÃO

Sabe-se que os desastres naturais, tais como a inundação, são recorrentes no contexto das atuais discussões sobre o assunto. Neste argumento, a inundação é o tipo de desastre que mais prevalece no mundo, causando as maiores perdas econômicas e afetando um número elevado de pessoas (SAUSEN & LACRUZ, 2015). Os eventos de inundação, são responsáveis por cerca de 55% de todos os eventos naturais registrados e, por aproximadamente 72,5% do total de perdas econômicas ao redor do mundo.

As áreas urbanas, de acordo com Cho & Chang (2017), são particularmente vulneráveis a eventos hidrometeorológicos extremos, como por exemplo, precipitação intensa e elevação do nível do mar. O'hare e White (2017), destacam que a frequência e a magnitude dos riscos de inundação são projetadas para aumentar nas principais áreas urbanas do mundo, onde a densidade populacional é alta. Para evitar as consequências econômicas e sociais causados por esse tipo de desastre natural, é emergencial a criação instrumentos que possam facilitar a aquisição de dados relevantes, melhorando às tomadas de decisão e as ações de prevenção e mitigação dos desastres naturais.

No Brasil, a gestão dos riscos às inundações por parte dos municípios litorâneos é uma temática que tem tido destaque e um amplo debate nas últimas décadas. Para melhorar a compreensão desses efeitos antrópicos a espacialização e a densidade

de dados hídricos (e.g. nível freático) precisa melhorar, pois comumente, as medições do nível freático são realizadas pontualmente e sazonalmente, com uso de poços instalados no ambiente costeiro, estando essas medidas sujeitas a variações de alta frequência e negligenciando variações de curto período e alta energia como é caso de eventos extremos.

O presente estudo foi realizado na praia do Cassino, no município do Rio Grande-RS. Utilizou-se do desenvolvimento de sensores de baixo custo, baseados em um sistema embarcado *open source* e amplamente difundido pelo mundo, a plataforma Arduino. O desenvolvimento e instalação de medidores ultrassônicos, instalados em poços para o monitoramento do lençol freático, mostrou-se eficiente no sentido de aquisição de dados de alta frequência. A instalação de 3 poços distribuídos espacialmente conforme características hidrogeológicas da região, durante as 4 estações (verão, outono, inverno e primavera), possibilitou investigar a variação do nível freático de forma contínua durante os períodos de amostragem (21 dias por estação).

2 | O DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DE MONITORAMENTO

A metodologia adotada constituiu-se no desenvolvimento de um sistema embarcado para o monitoramento do nível freático (oscilação na profundidade da lâmina d'água) a partir de um dispositivo ultrassônico controlado eletronicamente. Foram utilizados como materiais: microcontrolador modelo Arduino Uno, sensor HC-SR04 (utilizado como distanciômetro), cano de PVC com dimensões 100mm x 2m parcialmente perfurado para a livre entrada de água, manta geotêxtil (utilizada para envolver o cano e evitar a entrada de sedimento), *shield datalogger* (circuito auxiliar projetado para a plataforma Arduino para o registro e armazenamento de dados), cartão microSD para o armazenar os dados coletados nos quatro períodos (21 dias por estação) de monitoramento e bateria de 6V/4,5Ah para alimentação do sistema. A montagem física do sistema sensor se dividiu em duas etapas: (1) instalação do poço de monitoramento, constituído pelo cano de PVC parcialmente perfurado e envolvido por manta geotêxtil, sendo enterrado no local de interesse; (2) montagem eletrônica associada a programação de comando para o sensor ultrassônico e registro dos dados no *shield datalogger*, sendo o sistema eletrônico fixado em uma caixa estanque na face lateral do cano, enquanto o sensor ultrassônico ocupou a tampa superior do poço, tendo visada para a lâmina d'água.

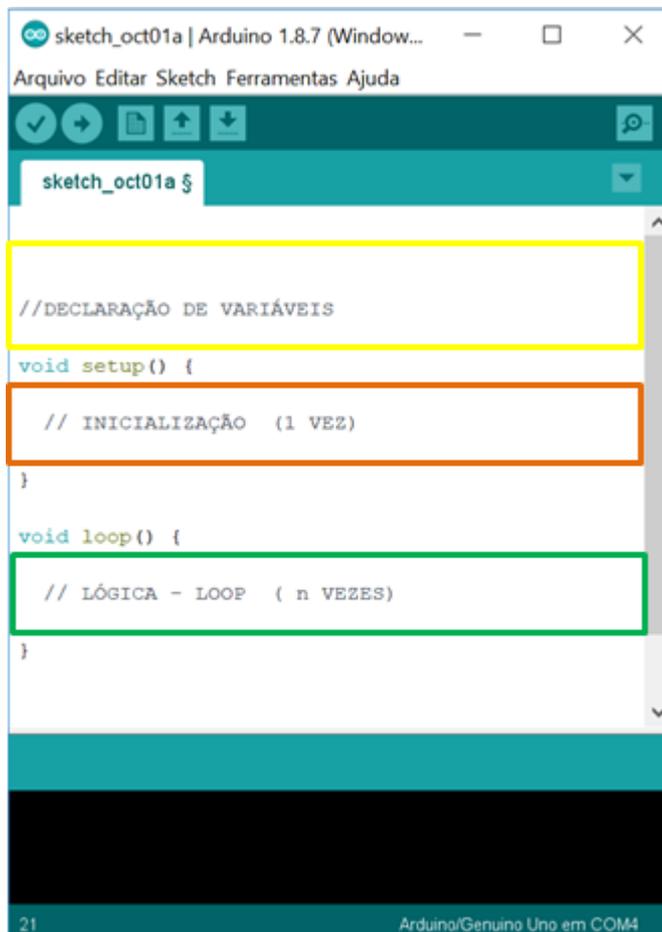
O desenvolvimento do sistema embarcado foi baseado no uso da plataforma Arduino Uno, mostrado na Figura 1, cujo funcionamento consiste em programar (estabelecer instruções para os comandos desejados), via um ambiente de programação conhecido como IDE e em linguagem própria (semelhante a linguagem de programação C/C++), indicando como este microcontrolador irá operar suas entradas e saídas. Ou seja, a partir de uma sequência de instruções descritas em uma linguagem de

programação, é possível designar a esta plataforma eletrônica tarefas específicas, como por exemplo a leitura de nível do lençol freático com base no sensor empregado. Utiliza-se um pino como entrada quando deseja-se que o sistema do microcontrolador receba um sinal ou um valor de variável externa, ou como saída quando se quer emitir um sinal ou comando, neste caso o microcontrolador estará executando um comando na forma de um sinal elétrico (i.e., entre 0 e 5V).



Figura 1: Plataforma Arduino, modelo Uno.

Essas instruções são divididas, basicamente, como mostrado na Figura 2, em três grandes blocos: (1) como primeiro passo, no IDE, faz-se a declaração das variáveis e inclusão de bibliotecas (i.e., rotinas desenvolvidas para aplicações específicas) a serem utilizadas durante as instruções programadas para o sistema microcontrolador executar; (2) em sequência, a função *setup()*, é utilizada para informar de que modo iremos utilizar os pinos disponíveis para conexão (i.e., se como entradas ou como saídas), bem como para inicializar variáveis, bibliotecas e os protocolos de comunicação, entre outras aplicações. A função *setup()* será executada apenas uma vez, após cada energização ou reinicialização do microcontrolador; e, (3) por fim, é implementada a função *loop()* que é a parte do programa destinada a uma execução contínua, como o próprio nome sugere, essa parte do código de instruções faz varreduras consecutivas, permitindo que seu programa mude e responda aos estados das entradas e saídas. Estados das entradas e saídas, quer dizer, que durante a execução da função *loop()* o microcontrolador compara os valores de suas entradas (os sinais recebidos) e verifica esses valores com os programados na lógica criada dentro deste bloco, após essa comparação executa os comandos programados.



```
sketch_oct01a | Arduino 1.8.7 (Window... - □ ×
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda
sketch_oct01a §
//DECLARAÇÃO DE VARIÁVEIS
void setup() {
  // INICIALIZAÇÃO (1 VEZ)
}
void loop() {
  // LÓGICA - LOOP ( n VEZES)
}
21 Arduino/Genuino Uno em COM4
```

Figura 2: Entendendo o ambiente de programação IDE

Como mostrado na Figura 2, temos uma configuração básica, usada para facilitar o entendimento das rotinas criadas. Uma vez que o grupo de pesquisa é multidisciplinar e, muitos dos envolvidos, tem pouca ou nenhuma experiência com a plataforma Arduino, desenvolveu-se essa metodologia simplificada para que todos os integrantes do grupo de pesquisa pudessem instalar e testar o sistema embarcado no momento da colocação em campo. Da mesma forma, como explicado posteriormente, a rotina foi dividida e comentada de uma forma que ficasse fácil a leitura e compreensão do código desenvolvido para essa aplicação.

Na primeira parte do código, mostrado na Figura 3-A, utilizou-se quatro bibliotecas, duas que são padrões da própria plataforma Arduino (SD.h e a SPI.h). a primeira é uma biblioteca desenvolvida para a utilização de cartões SD, a qual facilita a gravação de dados. A segunda, *Serial Peripheral Interface* (SPI) é um protocolo de dados seriais síncronos usado por microcontroladores para comunicar-se com um ou mais dispositivos periféricos. Já a terceira biblioteca listada é a Ultrasonic.h, também faz parte do repositório de aplicações da plataforma e foi baixada do seguinte link Ultrasonic, enquanto a biblioteca chamada RTCLib.h, desenvolvida para aplicações que necessitem de registro temporal, data e hora, por exemplo. Essa foi baixada através do link RTCLib.

Na sequência, definiu-se os pinos 4 (como trigger) e 5 (como echo), esses

representam a conexão física do sensor (disponível na figura 3-B) e o data logger, o data logger foi sobreposto na placa do arduino uno. Os pinos trigger e echo foram inicializados através da função *Ultrasonic ()* - essa faz parte do pacote de instruções da biblioteca ultrasonic - abaixo, configurou-se o pino 10 como *enable* (habilita), assim como foi criada uma matriz com os dias da semana, especificou-se o modelo de *Real Time Clock (RTC)* utilizado e, por fim, criou-se uma variável do tipo *File* para armazenar os dados lidos.

```

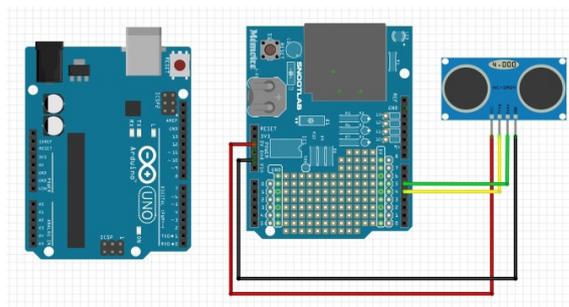
#include <SD.h>
#include <SPI.h>
#include <Ultrasonic.h>
#include "RTClib.h"

//Definicao dos Pinos Ultrassônico
const int trigPin = 4;
const int echoPin = 5;

//Inicializacao dos pinos do sensor
Ultrasonic ultrasonic(4, 5);

//Pino CS do cartao SD
int Pino_CS = 10;
char daysOfTheWeek[7][12] =
{"Domingo", "Segunda", "Terca", "Quarta", "Quinta", "Sexta", "Sabado"};
long duration;
RTC_DS1307 rtc;
File file;

```



3-A

3-B

Figura 3: Declaração de Variáveis / Conexão entre sensor-data logger e arduino

A estrutura física final do sistema sensor proposto pode ser observado nas Figuras 4-A e 4-B, que mostram o circuito eletrônico montado na caixa estanque, fixada na lateral dos canos instalados para o monitoramento do lençol freático, tal como descrito nos materiais e métodos.



4-A



4-B

Figura 4: Sistema embarcado instalado em campo

Na função *setup ()*, mostrado na Figura 5-A, configura-se o modo de operação dos pinos Trigger e Echo do sensor, sendo o primeiro configurado como uma saída (*OUTPUT*) e conectado à porta digital nº 4 (DI4) do microcontrolador, pois é ele que emite um sinal elétrico ao ser convertido num pulso ultrassônico que ao colidir com uma superfície (ou objeto) retorna ao sensor, como mostrado na figura 5-B Este pulso de retorno é percebido pelo sensor ultrassônico que, então, o converte em um novo

sinal elétrico, encaminhado para o pino Echo conectado à porta digital nº 5 (D15) do microcontrolador que foi configurado como uma entrada (*INPUT*). O princípio de funcionamento consiste na emissão de um pulso ultrassônico com duração de 10µs, indicando o início da transmissão de dados. Depois disso, são enviados 8 pulsos ultrassônicos sequentes com frequência de 40 KHz e o sensor então aguarda o retorno (em nível alto/high), mostrado na figura 5-C, para determinar a distância entre o sensor e o objeto, utiliza-se a equação 1:

$$D = (\Delta t \times V_s)/2 \quad [1]$$

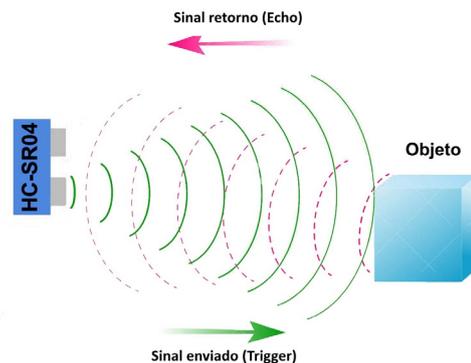
onde “D” indica a distância estimada pelo sensor, “Δt” indica o intervalo de tempo total de viagem do pulso ultrassônico (tempo de ida e volta do pulso, chamado de tempo echo em nível alto) e “Vs” é a velocidade do som estimada para o ar local. Esse modelo de sensor ultrassônico, o sensor HCSR-04, permite que se façam leituras de distâncias entre 2 cm e 4 metros, com precisão de 3 mm.

```
void setup()
{
  //Modo de operacao dos pinos Trigger e Echo
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);
  //Inicializacao da comunicacao serial
  Serial.begin(9600);
  //Inicia o cartao SD
  Serial.println("Iniciando cartao SD...");
  if (!SD.begin(Pino_CS))
  {
    Serial.println("Falha na inicializacao do SD!");
    return;
  }
  Serial.println("Cartao SD iniciado. OK");
  Serial.println();

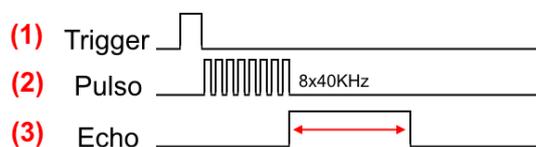
  if (!rtc.begin()) {
    Serial.println("Couldn't find RTC");
    while (1);
  }
  if (!rtc.isrunning()) {
    Serial.println("RTC is NOT running!");

    rtc.adjust(DateTime(F(__DATE__), F(__TIME__)));
    // rtc.adjust(DateTime(2014, 1, 21, 3, 0, 0));
  }
}
}
```

5-A



5-B



5-C

Figura 5: A) Função *setup* () B) Emissão e percepção do sinal ultrassônico c) Medição da distância sensor - objeto

Por fim, na função *loop* (), basicamente pode ser compreendida em duas etapas. Na primeira, Figura 6-A, é feita a leitura do sensor e um teste de funcionamento do *shield datalogger*, o qual pode ser executado no momento da instalação para verificar se data e hora estão corretos. A segunda parte, Figura 6-B, refere-se a gravação dos dados, feita em um arquivo em texto (extensão “.txt”) com o nome do poço no qual o sensor foi instalado. Esse dado ficou gravado da seguinte forma - **dia/mês/ano**,

“dia da semana” , hora:minuto:segundo, “Distância : ”, medição do sensor - A leitura era feita com um intervalo pré-definido com a opção delay(), o intervalo entre leituras foi de 5 minutos, sendo alterado a partir do segundo ciclo de medições para 10 minutos.

```

void loop(void)
{
    //Configurando tempo de leitura da distância
    int medicao = ultrasonic.distanceRead();
    Serial.print("Distância : ");
    Serial.println(medicao, " CM");;

    //Testando Data Logger
    DateTime now = rtc.now();
    file.print("Data/hora: ");
    Serial.print(now.day() < 10 ? "0" : "");
    file.print(now.day(), DEC);
    file.print('/');
    file.print(now.month() < 10 ? "0" : "");
    file.print(now.month(), DEC);
    file.print('/');
    file.print(now.year(), DEC);
    file.print(' ');
    file.print(now.hour() < 10 ? "0" : "");
    file.print(now.hour(), DEC);
    file.print(':');
    file.print(now.minute() < 10 ? "0" : "");
    file.print(now.minute(), DEC);
    file.print(':');
    file.print(now.second() < 10 ? "0" : "");
    file.print(now.second(), DEC);
    file.print(' ');

    //Gravando dados no arquivo do cartão SD
    File dataFile = SD.open("Poco01.txt", FILE_WRITE);
    // Gravando os dados no arquivo.txt
    if (dataFile)
    {
        dataFile.print(now.day(), DEC);
        dataFile.print('/');
        dataFile.print(now.month(), DEC);
        dataFile.print('/');
        dataFile.print(now.year(), DEC);
        dataFile.print(" (");
        dataFile.print(daysOfTheWeek[now.dayOfTheWeek()]);
        dataFile.print(") ");
        dataFile.print(now.hour(), DEC);
        dataFile.print(':');
        dataFile.print(now.minute(), DEC);
        dataFile.print(':');
        dataFile.print(now.second(), DEC);
        dataFile.print();
        dataFile.print("      Distancia:  ");
        dataFile.println(medicao);}
        dataFile.close();
    }else{
        // Mensagem de erro caso ocorra algum problema
        // na abertura do arquivo
        Serial.println("Erro ao abrir arquivo.txt !");
    }
    delay(300000);
}

```

6-A

6-B

Figura 6: Função loop ()

A seguir são feitas as discussões e apresentados os resultados obtidos nos ciclos de monitoramento realizados com esse sistema embarcado de baixo custo, desenvolvido como alternativa a aquisição de dados de nível freático de alta frequência.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante os ciclos de monitoramento (i.e., verão, outono, inverno e primavera), observou-se alguns problemas de operação no sistema embarcado proposto. O primeiro deles, foi a questão do volume de dados adquiridos, para melhorar a tabulação dos dados, a qual foi feita em uma etapa posterior, modificou-se o intervalo de leituras de 5 min para 10 min o que resultou em 144 registros diários e 3024 registros por ciclo (21 dias). A forma de energização do sistema, através de baterias de 6V/4,5Ah, também precisou ser revista, principalmente para o ciclo de inverno, no qual a umidade e frio interferiram no tempo de duração das baterias. Essas, eram trocadas a cada 3 dias, porém para o período de testes, antes do ciclo de inverno, verificou-se a necessidade de colocar duas baterias em paralelo para garantir as trocas sempre regulares, de 3 em 3 dias.

Encontramos problemas de oxidação e perdas de sinal durante os ciclos,

principalmente no poço instalado numa cava interdunar, no campo de dunas frontais do balneário Cassino, no município do Rio Grande-RS. A troca constante de bateria e o ambiente ao qual estava exposto o sensor, sem proteções e próximo ao mar e exposto à maresia, favoreceu a oxidação de partes sistema embarcado, principalmente nas conexões com o sensor e entre o *shield datalogger* e a placa do Arduino uno. Ao final de cada período de leituras, foi feita uma limpeza e adequação do sistema eletrônico, trocando as partes que estavam em pior estado.

Visto as limitações da plataforma arduino, que originalmente, foi concebida para ser um *hardware* flexível, aberto e de prototipagem, não para ser um produto definitivo, os testes em campo, mostraram-se promissores quanto ao uso desse recurso em pesquisas aplicadas e multidisciplinares, como mostrado no exemplo do gráfico da Figura 7, o qual ilustra 98 horas de coleta, com 588 registros.

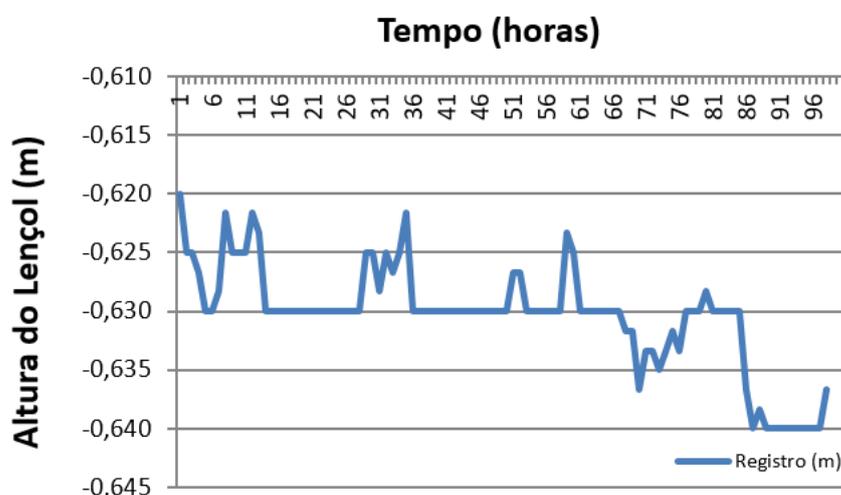


Figura 7: Exemplo de análise dos dados coletados

Adequações na montagem do sistema eletrônico e dos periféricos usados nessa pesquisa podem contribuir para o desenvolvimento de um sistema sensor para ser utilizado em larga escala e de forma gerencial, monitorando em alta frequência o nível freático em áreas críticas de zonas costeiras.

4 | CONCLUSÕES

A proposta de integrar a plataforma microcontroladora Arduino a uma pesquisa aplicada e multidisciplinar, mostrou-se eficaz, uma vez que a proposta do Arduino é de ser um *hardware* livre e flexível, com bibliotecas prontas e uma comunidade de discussões ativa. Isso permitiu o rápido desenvolvimento de um sensor ultrassônico adaptado para mensurar o nível do lençol freático. Dado que a plataforma utiliza como compilador um ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) que é intuitivo e que possibilita a busca de erros de sintaxe, sua programação é mais simples do que outros

dispositivos embarcados. As conexões *plug-in-play* são um outro ponto de destaque para o uso desse recurso em pesquisas multidisciplinares, pois os pesquisadores não necessitam de conhecimento prévio em eletrônica para poder elaborar e instalar suas aplicações.

Os problemas encontrados durante os ciclos de monitoramento foram rapidamente resolvidos, realizando a troca de equipamento ou, como no caso das baterias, acrescentando uma bateria ao sistema de energização. Essa facilidade para resolução de problemas, dá-se, primeiro, pela plataforma ser fácil de utilizar e segundo pelo seu baixo custo de aquisição, o que permite a confecção de *kits* reservas para caso de extravios ou perdas.

REFERÊNCIAS

CHO, Seong Yun; CHANG, Heejun. Recent research approaches to urban flood vulnerability, 2006–2016. *Natural Hazards*, [s.l.], v. 88, n. 1, p.633-649, 13 abr. 2017. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s11069-017-2869-4>.

Committee on Climate Change (2015) Progress in preparing for climate change: 2015 report to parliament, June 2015.

O'HARE, Paul; WHITE, Iain. Beyond 'just' flood risk management: the potential for—and limits to—alleviating flood disadvantage. *Regional Environmental Change*, [s.l.], v. 18, n. 2, p.385-396, 12 set. 2017. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s10113-017-1216-3>.

SAUSEN, Tania Maria; LACRUZ, María Silvia Pardi (Org.). *Sensoriamento Remoto para desastres*. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 288 p.

SOBRE A ORGANIZADORA

FLÁVIA REBELO MOCHEL Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, mestrado em Zoologia - Museu Nacional / UFRJ , doutorado em Geociências pela Universidade Federal Fluminense e pós doutorado em Wageningen University, Holanda, com Recuperação de Manguezais. Atualmente é professora associada do Departamento de Oceanografia e Limnologia da Universidade Federal do Maranhão, responsável pelo LAMA- Laboratório de Manguezais e fundadora/coordenadora do CERMANGUE- Centro de Recuperação de Manguezais na UFMA. Possui experiência na área de Ecologia e Oceanografia Biológica, com ênfase em Ecologia e Recuperação Ecológica de Manguezais e em Educação Ambiental e Oceanografia Social, com ênfase em Sustentabilidade de Ecossistemas, atuando em ensino, pesquisa e extensão, principalmente nos seguintes temas: manguezais, macrofauna bêntica, sensoriamento remoto, ecossistemas costeiros, interação natureza e sociedade, educação ambiental e produção de materiais lúdico-pedagógicos.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Arduino 75, 76, 77, 78, 79, 80, 83

Áreas de Proteção Ambiental 26, 35

Atividade Turística 48, 53

C

CERC 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46

Clima de Onda Swell 13

Compactação de Praias 2

Conservação 16, 26, 27, 28, 34, 35, 38, 48, 49, 51, 53, 54, 55, 57, 62, 71, 111, 117, 124, 125

D

Dunas 1, 9, 10, 28, 83, 114, 117, 119

E

Educação Ambiental 54, 56, 65, 67, 72, 124, 126

Erosão Costeira 103, 105, 114

G

Gestão 11, 15, 26, 27, 28, 29, 32, 34, 35, 46, 48, 53, 55, 56, 57, 69, 71, 72, 75, 76, 105, 107, 108, 110, 111, 112, 115, 117, 124, 125

Gestão Ambiental Portuária 107, 108, 110, 112

Gestão de Praia 72

I

Ilha do Campeche 48, 51, 52, 53, 54, 55, 57, 58

Invest 35

K

Kamphuis 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46

L

Lixo no Mar 73

M

Macrobentos 86

Macrofauna Bentônica 86, 105, 106
Manguezais 2, 6, 59, 60, 61, 62, 63, 65, 66, 71, 109, 114, 115, 116, 117, 118, 122, 124, 125, 126
Medição de Alta Frequência 75
Modelagem Numérica de Ondas 45
Modelo SWAN 13, 15, 16, 17, 18, 24
Morfodinâmica 3, 4, 11, 46, 86, 103, 114, 115, 119, 121, 123
Morfodinâmica Costeira 3, 114, 121, 123

N

Nível do Lençol Freático 75, 78, 83

O

Ondas Swell 13, 14, 15, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24

P

Patrimônio Arqueológico 48, 51, 53, 57
Patrimônio Cultural Costeiro 48, 49
Permeabilidade 1, 2, 6, 9, 10
Plataforma Continental 13, 15, 17, 19, 23, 36, 41, 50
Plataforma Continental do Maranhão 13, 15, 17, 23
Poluição Marinha 72
Praias 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 11, 12, 37, 41, 46, 72, 73, 86, 103, 105, 109, 114, 117, 118, 119, 121, 122, 124
Praias Arenosas 1, 2, 12, 86, 103, 105, 109
Praias Tropicais 86

R

Recuperação de Manguezais 59, 60, 62, 65, 114, 126
Restauração de Manguezais 59, 61
Restauração Ecológica 59, 60, 61, 64
Risco de Ecossistemas 26, 28, 34

S

Sedimentologia 2, 40
Sensores de Nível 75
Sensoriamento Remoto 35, 84, 114, 115, 124, 125, 126

T

Terminal Portuário 59, 65
Tipos de Praia 10, 86

TOMAWAC 36, 38, 39, 40, 41, 42

Transporte de Sedimentos 3, 7, 14, 36, 38, 39, 40, 41, 44, 45, 46

Transporte Sedimentar 36, 37, 39, 41, 43, 45

U

Unidades de Conservação 34, 51, 111

V

Visitação 48, 53, 54, 55, 56, 57

Z

Zonas Costeiras 36, 37, 48, 57, 61, 75, 83

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-620-1

