

## **Dispositivo de monitoramento – análise de requisitos e tecnologias**

**Andreia L. Garbercht, Fábio Barbosa de Souza, Franciely Vidal Lima, Gabriel Vieira Miranda, João Victor Santos Saraiva, Leonara Gomes Soares, Mateus Mael Silva Gomes, Miriã Aparecida Fidelis da Silva, Victor Cristian de Aguiar Baldez**

Programa de Iniciação Científica Júnior – IFES – Campus Serra / EEEM Prof. Fernando Duarte Rabelo  
Espírito Santo – Brasil

andgarber1@gmail.com, tvdh2ell@gmail.com, francielyvidal1801@gmail.com, gvmiranda@outlook.com, joaovssaraiva@gmail.com, leonaragss@gmail.com, mateusmael8462@gmail.com, mirihfidelis@outlook.com, victorbaldez8@gmail.com

***Abstract.*** *The present work aims to enable the monitoring of the Jacaraípe River, which features a recurring problem of flooding, enabling the residents to be informed by an automatic system that calculates the speed of increase in the level of the river. From the Brainstorming technique, which consists in performing mental exercises in order to solve specific problems, all ideas had its focus on greater cost-benefit, taking into account the difficulty of implementation and its maintenance, however, offering the best product.*

***Resumo.*** *O presente trabalho tem como objetivo viabilizar a monitoria do Rio Jacaraípe, que apresenta um problema recorrente de enchentes, possibilitando, assim, que os moradores sejam informados por um sistema automático que calcula a velocidade de aumento do nível do rio. A partir da técnica do Brainstorming, que consiste em realizar exercícios mentais com a finalidade de resolver problemas específicos, todas as ideias tiveram seu foco em um maior custo-benefício, levando em conta a sua dificuldade de implementação e a sua manutenção, contudo, oferecendo o melhor produto.*

## **Sumário**

1. Dispositivo de monitoramento idealizado
  - 1.1. Sensor Condutivo
  - 1.2. Sensor Ultrassônico
  - 1.3. Bóia e Sensores Magnéticos
  - 1.4. Sensores de nível ICOS
2. Requisitos
  - 2.1. Funcionais
  - 2.2. Não funcionais
3. Tecnologias de prototipação
  - 3.1 Arduíno Uno/Mega
  - 3.2. Arduíno Pro Mini
  - 3.3. Raspberry Pi
  - 3.4. Beaglebone Black
4. Discussão: requisitos x tecnologias de prototipação
5. Tabela: Requisitos x Tecnologias de prototipação
6. Conclusão: Arduíno Uno vs Mega vs Pro Mini
6. Referências

## **1. Dispositivo de monitoramento idealizado**

O conjunto de ideias idealizadas, estão localizadas no Brainstorming, nome dado à uma técnica grupal – ou individual – na qual são realizados exercícios mentais com a finalidade de resolver problemas específicos, ou seja, a parte de um projeto, no qual ideias são descritas, para a idealização de uma proposta final, também conhecido como tempestade de ideias.

Após os estudos sobre a área, foram viabilizadas muitas ideias, dessas propostas foram constatadas que apenas três eram possivelmente viáveis, ainda que apresentem características favoráveis à sua implementação, como custo-benefício e fácil manutenção, estando sujeitos à testes.

Os dispositivos descritos, apresentam um objetivo único, porém alguns são mais simples que outros, por este fato será necessário uma fase de teste e uma escolha do mais rentável.

### **1.1. Sensor Condutivo**

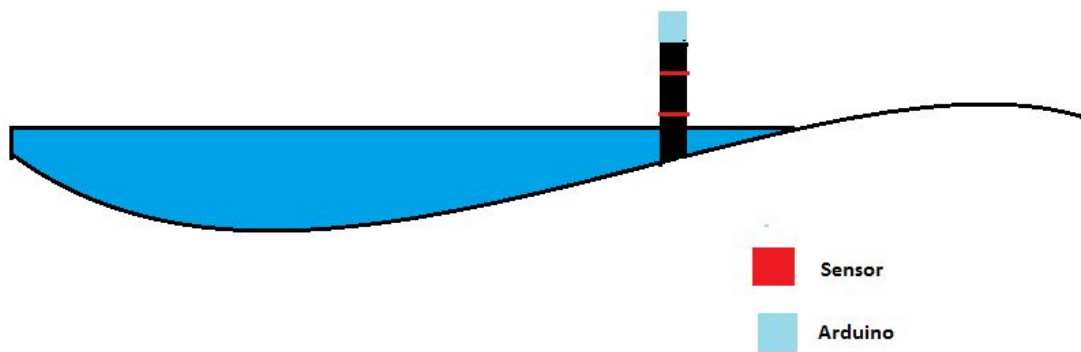
Sustentado por uma haste que atinge o fundo do rio, possui dois sensores em determinada altura da haste, que determinam o nível da água. Quando a água tocar o primeiro sensor, o dispositivo entrará em estado de alerta. Este primeiro nível de alerta, é o alerta de possível alagamento. O segundo nível de alerta, é o alerta de enchente eminente. O segundo alerta, é o que ativará todos os meios de comunicação, seja eles via postagem em redes sociais, efeitos sonoros e/ou visuais, mensagens SMS, etc.

Uma das formas de se implementar o dispositivo, é através do uso do Shield Sensor de Nível, pois ele possibilita a detecção de níveis de água facilmente sem a necessidade de boias mecânicas ou sensores caros. O Shield Sensor de Nível poderá ser utilizado em conjunto com 3 hastes de aço inox que representarão o nível de referência, o primeiro nível de alerta e o nível de alerta para enchente eminente, ou através da instalação de parafusos de aço inox em determinadas alturas em tubos de

PVC. A altura da instalação do parafuso determinará o nível de alerta. Assim que o nível da água for alto o suficiente para submergir o parafuso, um sinal será enviado ao Arduíno informando qual nível de alerta deve ser ativado.

**Prós:** A ideia se torna vantajosa quando verificamos os custos dos produtos, que são baixos. Além de não afetar a fauna e a flora do rio.

**Contras:** Não identificado.

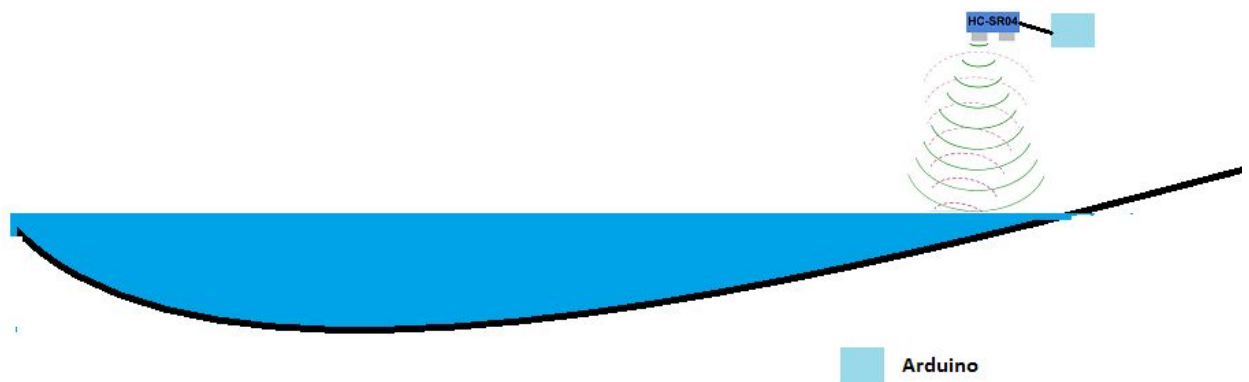


## 1.2. Sensor Ultrassônico

Sustentado por uma haste que atinge o fundo do rio, dispõe de um sensor que emite ondas sonoras em alta frequência. A onda toca a água e volta ao sensor, que mede o tempo de retorno e a velocidade da onda, convertendo em distância ( $d = [v \cdot t] / 2$ ). Este sensor tem um problema de que algo pode passar entre a água e o sensor, mas facilmente corrigido por um tubo que protegerá a passagem das ondas sonoras.

**Prós:** A ideia se torna vantajosa quando verificamos os custos dos produtos, que são baixos. Além de não afetar a fauna e a flora do rio.

**Contras:** A temperatura do ambiente, turbulências no ar, pressão e umidade podem influenciar no desempenho do sensor.

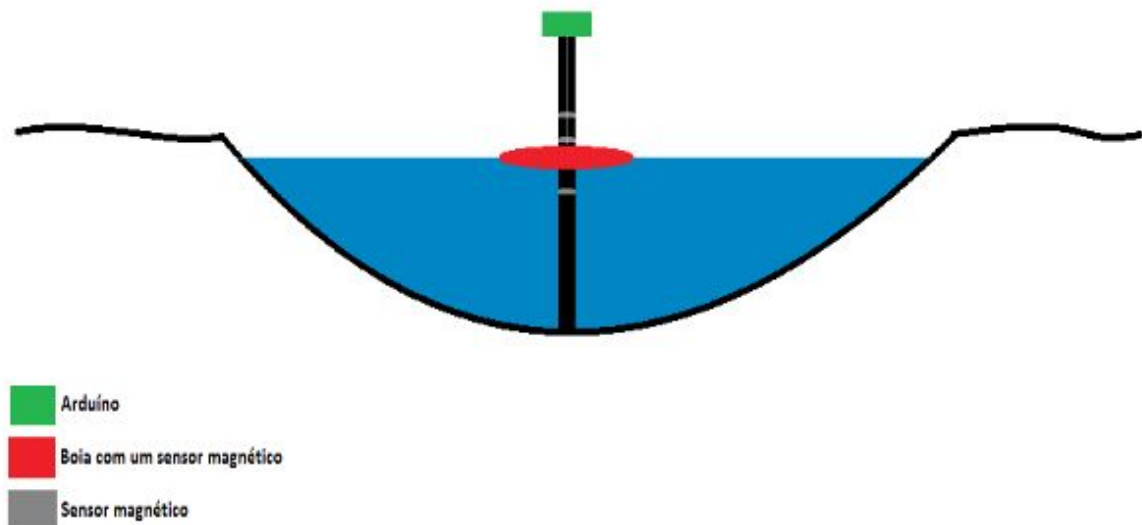


### 1.3. Bóia e Sensores Magnéticos

A ideia se baseia em uma haste, com uma boia em volta, localizada no centro do Rio Jacaraípe. Ao longo da haste serão encontrados sensores magnéticos, assim como na boia. Conforme o nível da água estiver subindo, os sensores da boia reconhecerão os da haste, enviando um sinal para o Arduino, que calculará o tempo, e avisará a população de alguma forma.

**Prós:** A ideia se torna vantajosa quando verificamos os custos dos produtos, que são baixos. Além de não afetar a fauna e a flora do rio.

**Contras:** A proposta poderá atrapalhar as navegações.



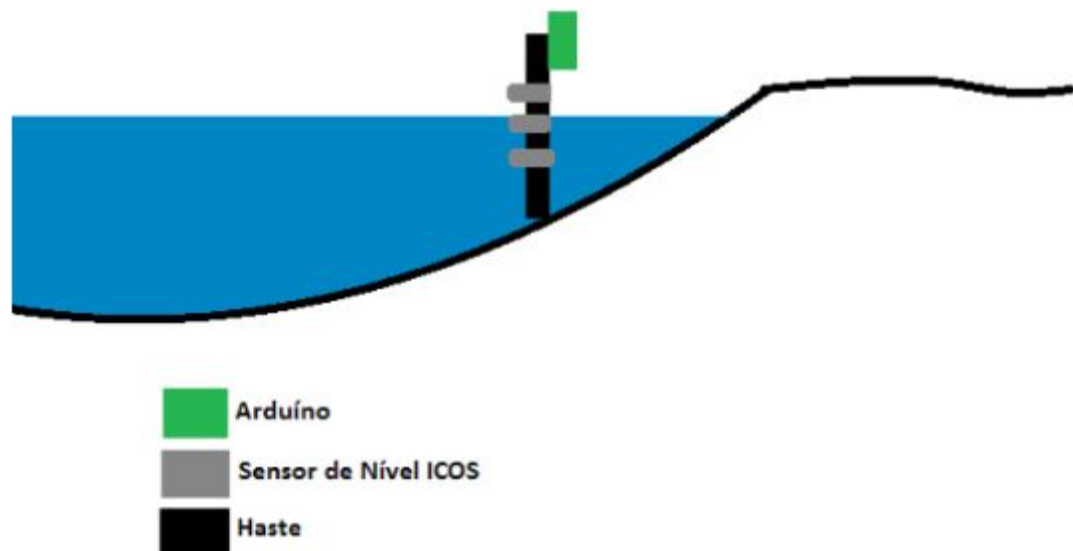
#### 1.4. Sensores de nível ICOS

A proposta é colocar sensores de nível para líquidos (Sensor de Nível ICOS) na margem do rio. Esses sensores, que estarão presos em um cano, por onde passarão os fios, funcionarão como interruptores, ou seja, assim que a água do rio subir, eles serão ativados, e enviarão uma mensagem ao Arduino, que avisará à população de alguma forma (ainda será definida).

A haste será envolvida em uma tela para evitar que lixos possam atrapalhar o funcionamento destes dispositivos.

**Prós:** A ideia traz um baixo custo, fácil implementação e manutenção, além de não apresentar problemas com lixo (devido à tela de proteção).

**Contras:** Não identificado.



## **2. Requisitos**

Antigamente dizia-se que requisitos eram sinônimos de funções, ou seja, tudo que o software deveria fazer funcionalmente. No entanto, atualmente, assumiu-se que requisitos de software são muito mais do que apenas funções. Requisitos são, além de funções, objetivos, propriedades, restrições que o sistema deve possuir para satisfazer contratos, padrões ou especificações de acordo com o(s) usuário(s). De forma mais geral um requisito é uma condição necessária para satisfazer um objetivo.

### **2.1. Funcionais**

Como requisitos funcionais, percebe-se que as ideias:

- Verificam e calculam a variação do nível do rio em determinado tempo;
- O sistema deverá medir o nível d'água a partir de 2 pontos determinados como níveis de alerta;;
- Mandam informações para uma central/banco de dados que ativará métodos de alerta para avisar a população sobre a enchente eminente;

### **2.2. Não funcionais**

Já como requisitos não funcionais, pode-se pontuar que:

- O sistema é embarcado;
- Não utiliza fios (wireless);
- O carregamento do Arduino é realizado através de um painel solar ou bateria.



### **3. Tecnologias de prototipação**

Prototipação é uma abordagem baseada em uma visão evolutiva do desenvolvimento de software, afetando o processo como um todo. Envolve a produção de versões iniciais – protótipos (análogo a maquetes para a arquitetura) - de um sistema futuro com o qual é possível realizar verificações e experimentos, com o intuito de avaliar algumas de suas características antes que o sistema venha realmente a ser construído, de forma definitiva.

#### **3.1 Arduíno Uno/Mega**

Projeto italiano de prototipagem eletrônica, que torna a robótica mais acessível. Suas unidades são constituídas por controladora AVR de 8bits, pinos analógicos e digitais de entrada e saída, portas USB (para conexão direta com computadores).

Não possui recursos de rede, mas pode ser combinada com outras placas criando extensões chamadas Shields, como um Shield de rede (Ethernet Shield), por exemplo.

Possui código aberto, que quando modificado dá origem a seus derivados que possuem o “ino” em seu nome, como: Netduino, Produino, Garagino.

Comparação entre Arduino Uno e Mega:

**Uno:**

Microcontrolador	ATmega328
Tensão de operação	5V
Tensão de entrada (recomendada)	7-12V
Tensão de entrada (limites)	6-20V
Pinos de I/O Digitais	14 (6 deles com saída PWM)
Pinos Analógicos	6
Corrente CC por I/O Pino	40 mA
Corrente do Pino 3.3V	50 mA
Memória Flash	32 KB (ATmega328) 0.5 KB usado pelo bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Velocidade do Clock	16 MHz
Comprimento	68.6mm
Largura	53.4mm
Peso	25g

Dentre os Arduínos, é a primeira opção de compra, pois possui um bom número de portas e grande compatibilidade com os Shields.

**Mega:**

Microcontrolador	ATmega2560
Tensão de operação	5V
Tensão de entrada (recomendada)	7-12V
Tensão de entrada (limites)	6-20V
Pinos de I/O Digitais	54 (14 deles com saída PWM)
Pinos Analógicos	16
Corrente CC por I/O Pino	40 mA
Corrente do Pino 3.3V	50 mA
Memória Flash	256 KB (ATmega2560) 8 KB usado pelo bootloader
SRAM	8 KB (ATmega2560)
EEPROM	4 KB (ATmega2560)
Velocidade do Clock	16 MHz
Comprimento	101.52mm
Largura	53.3mm
Peso	37g

Esse Arduino possui mais portas que a placa Uno, logo é ótimo para projetos mais elaborados e também suporta extensões (Shields).

### 3.2. Arduíno Pro Mini

O Arduíno Pro Mini é uma placa microcontroladora baseada na ATmega328. Ele possui 14 portas digitais de entrada/saída (das quais 6 podem ser usadas como saídas PWM), 6 portas de entrada analógica e espaços para montagem de pinos.

O Arduíno Pro Mini foi desenvolvido para utilização em projetos semipermanentes. A placa vem sem *headers* pré-montados, dando a opção da utilização de diversos tipos de conectores ou solda direta de cabos.

Existem 2 versões da placa Pro Mini. Uma que funciona com 3.3V e 8 MHz e outra que funciona com 5V e 16 MHz.

### 3.3. Raspberry Pi

O Raspberry Pi é um mini- microcomputador que parece um chip e possui um tamanho semelhante a um cartão, e oferece as mesmas funções de um desktop. Ele foi desenvolvido com um propósito educacional e possui: processador, processador gráfico, slot para cartões de memória, interface USB, HDMI, etc.

Hardware de baixo consumo, o Raspberry Pi, é um computador mais indicado para o uso em máquinas genéricas, sistemas de controle e unidades que geram menos calor e gastam menos energia. Quando adquirido, para operá-lo é necessário uma fonte de alimentação de pelo menos 1000mAh, um cabo HDMI, uma memória microSD / SD com o adaptador OS e Wi-Fi ou um cabo RJ45 para se conectar à internet.

Esta plataforma não possui uma disponibilidade tão grande no mercado nacional se comparado com o Arduíno. No entanto, ele pode ser encontrado em diferentes lojas virtuais com filiais no mundo todo, tais como: RS Components, Amazon. O preço desse equipamento pode variar de 80 a 130 reais.

<b>Especificações do Raspberry Pi B+</b>	
SoC	Broadcom BCM2835 (CPU, GPU, DSP, SDRAM, e uma porta USB);
CPU	700 MHz ARM1176JZF-S core
GPU	Broadcom VideoCore IV 250 MHz
Memória (SDRAM)	512 MB (compartilhada com a GPU)
Portas USB 2.0	4 via hub USB de 5 portas on-board
Saídas de Vídeo	Vídeo Composto (PAL e NTSC) através de conector 3.5 mm TRRS (P2) com saída de áudio integrada / HDMI (ver 1.3 e 1.4) / Interface MIPI para ligar diretamente a painéis LCD;
Saídas de Áudio	Saída de áudio analógica através de conector 3.5 mm (P2) compartilhada com o vídeo composto / HDMI;
Armazenamento Integrado	Entrada para cartão MicroSD
Rede Integrada	Adaptador Ethernet 10/100 Mbps USB (8P8C) integrado na quinta porta do hub USB interno
Portas GPIO	17 com suporte ao barramento HAT ID
Consumo energético	600 mA (3.0 W) apenas a placa
Fonte de energia	5V
Tamanho	85.6 mm x 56 mm
Peso	45g

### 3.4. Beaglebone Black

BeagleBone, um projeto de hardware aberto e de baixo custo, desenvolvido pela Texas Instruments junto ao grupo BeagleBoard. Como uma plataforma de prototipagem para computação móvel, uma das principais propostas da Beaglebone é torná-la uma referência similar as placas Arduino, já que também usa o conceito de Shields (placas de expansão, que para a Beaglebone recebem o nome de capes), porém com um processador muito mais potente e com muito mais possibilidades em relação a software.

A Beaglebone não é interessante somente para projetos pessoais ou pesquisa, mas também para empresas, que podem se aproveitar da fácil reprodução deste equipamento. A Beaglebone possui um processador AM3359, ele é um ARM Cortex-A8 com acelerador gráfico 3D produzido pela Texas Instruments, roda em até 720MHz, possui 32K de Cache L1, 256K de cache L2, 176K de ROM e 64K de RAM interna. Também possui controlador LCD de 24 bits e controlador para a interface touchscreen.

A BeagleBone possui 256MB de SDRAM, e não tem memória flash, então é necessário o uso de um cartão SD como unidade de armazenamento. Possui dois conectores de expansão de 46 pinos que podem fornecer diferentes conexões e barramentos como SPI, I2C, GPIO, LCD, HDMI, VGA, MMC, etc. Você pode alimentá-la através de uma fonte externa ou pela porta USB (que fica ao lado da porta Ethernet). Através da porta externa o processador dela trabalha até 720MHz e pela a porta USB até 550MHz. A porta USB também no fornece conexão serial com a placa.

Dados Técnicos:

Especificações do Processador:	
Chip	AM335x 1GHz ARM® Cortex-A8
Memória	512MB DDR3 RAM
Armazenamento	4GB 8-bit eMMC on-board flash storage
3D graphics accelerator	
NEON floating-point accelerator	

Interface:
USB 2.0 Client, para alimentação e comunicação
USB 2.0 Host
10/100M Ethernet (Conector RJ45)
Interface LCD
HDMI
Slot cartão TF
2x 46 Pinos

<b>Compatibilidade de Softwares:</b>	
Debian	
Android	
Ubuntu	
Cloud9 IDE em Node.js com biblioteca BoneScript	

<b>Especificações Gerais:</b>	
Tensão de operação	5V/0,35A
Temperatura de operação	0-70°C
Dimensões	86,36 x 54,61mm



#### 4. Discussão: requisitos x tecnologias de prototipação

TABELA 1 – ESTRUTURA

Material	Resistência	Manutenção	Vida Útil	Nível De Oxidação	Preço	Unidade
Cano Pvc	Baixa	Fácil	Baixa	Baixo	R\$ 40,00	Peça
Cano Metálico	Alta	Difícil	Alta	Médio	R\$14,90	Unidade
Adaptador De Cano Pvc Em T	Baixa	Fácil	Baixa	Baixo	R\$ 35,00	Peça
Adaptador De Cano Metálico Em T	Alta	Difícil	Alta	Médio	R\$8,56	Peça
Caixa Plástica Elétrica	Baixa	Fácil	Baixa	Baixo	R\$ 94,00	Peça
Tela Galvanizada	Alta	Difícil	Alta	Médio	R\$ 40,00	Rolo
Tela Plástica	Baixa	Fácil	Baixa	Baixo	R\$139,90	Rolo
Hastes de Aço Inox	Alta	Fácil	Alta	Baixo	R\$ 20,00	Metro
Parafusos Inox	Alta	Fácil	Alta	Baixo	R\$ 2,80	Peça
Boia Salva Vidas	Alta	Fácil	Alta	Baixo	R\$99,00	Peça
Painel Solar	Media	Fácil	Alta	Baixo	R\$219,00	Peça
Fio	Media	Fácil	Alta	Médio	R\$49,90	Rolo
Bateria Lipo Zippy	Media	Fácil	Alta	Médio	R\$105,00	Rolo

TABELA 2 – SENSORIAMENTO



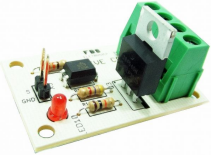

	<b>Nível ICOS</b> 	<b>Magnético</b> 	<b>Shield Sensor de Nível</b> 	<b>Ultrassônico</b> 
<b>Resistência</b>	Média	Média	Alta	Média
<b>Precisão</b>	Ótima	Boa	Boa	Ótima
<b>Implementação</b>	Fácil	Regular	Fácil	Regular
<b>Manutenção</b>	Fácil	Regular	Fácil	Fácil
<b>Sem Fio</b>	Sim	Não	Sim	Sim
<b>Preço</b>	R\$ 30,00/pç	R\$14,90/pç	R\$ 14,90/pç	R\$17,84/pç

TABELA 3 – PROCESSAMENTO

<b>Equipamento</b>	<b>Clock</b>	<b>Memória</b>	<b>Conexão</b>
Raspberry Pi 1 Model B+	700 MHz	512 MB	4 USB
Raspberry Pi 1 Model A+	700 MHz	256 MB	1 USB
Raspberry Pi 2 Model B	900 MHz	1 GB	4 USB
Arduíno Uno	16 MHz	32 K (0,5 K usado pelo bootloader)	USB
Arduíno Mega	16 MHz	256 KB (8KB usado pelo bootloader)	USB
Arduíno Pro Mini	8 MHz ou 16 MHz	16 K (2 K usados pelo bootloader)	Serial / Módulo USB externo

TABELA 4 - COMUNICAÇÃO WIRELESS

Módulos	NRF24L01 Wireless Transceiver 2,4GHz	Módulo Digi XBee-PRO ZB (S2C)
Vantagens	Barato e de fácil instalação e manutenção.	Alcance estimado em 3200 m.
Desvantagens	Alcance limitado: 10 metros em ambientes internos e 50 metros em campo aberto.	Não consta.
Preço	R\$ 120,00	R\$ 282,00

## 5. Tabela: Requisitos x Tecnologias de prototipação

	Arduíno Uno	Arduíno Pro Mini	Arduíno Mega	Raspberry Pi	BeagleBone Black
Shield Sensor de Nível	X	X	X	-	O
Sensor Ultrasônico	X	X	X	O	O
Sensor de Nível ICOS	X	X	X	X	X
Sensor Bóia Magnética	X	X	X	X	X
Alimentação por bateria / painel solar	X	X	X	X	X
Comunicação Wireless	X	X	X	X	O
Simuladores	X	X	X	O	O
Disponibilidade / Mercado	X	X	X	X	O

X = Suporta

O = Suporta parcialmente

\_ = Não suporta

## 6. Conclusão: Arduino Uno vs Mega vs Pro Mini

Através dos estudos realizados e das possíveis soluções encontradas, presentes neste documento, conclui-se que a região necessita de uma atenção específica, já que não seriam viabilizadas ideias que atrapalhassem o desenvolvimento ecológico do rio e até mesmo socioeconômico da região. Assim foi possível idealizar soluções que amenizassem o problema das enchentes, sem que interferisse no equilíbrio ecológico.

Com essas observações, foi identificado que, para este projeto, as placas Arduino levam vantagem e se mostram mais viáveis. As placas Arduino se mostram superiores por sua simplicidade, por ser um equipamento barato, por possuir maior resistência de hardware e por funcionar utilizando apenas uma bateria, que pode ser carregada por um painel solar. Além disso, ela possui uma capacidade de leitura de dados analógicos dos sensores em tempo real, o que só poderia ser conseguido com o Raspberry Pi ou o BeagleBone Black com a assistência de outros periféricos.

Sem a realização de uma fase de testes, foi identificado que dentro as placas Arduino estudadas, o Arduino Mega seria a melhor opção. Os principais motivos que levaram a essa conclusão foram o grande número de portas que a placa possui e sua capacidade de processamento. Embora a placa do Arduino Mega possua dimensões maiores do que as placas Uno e Pro Mini, foi identificado que isso não se tornaria um problema e não irá afetar o projeto de forma significativa.

A placa Uno do Arduino também parece atender aos requisitos do projeto. Sendo sua principal diferença em relação à placa Mega, a quantidade de pinos oferecidos, podemos considerar, após a fase de testes e a consequente verificação de que a placa Uno suporta a quantidade de sensores a ser utilizada, que esta placa possa ser adotada para o projeto.

Ambas as placas Mega e Uno são placas que possibilitam a montagem e desmontagem de circuitos de forma fácil e simples, pois ambas as placas vêm com *headers* já embutidos nos pinos. Além disso, essas placas possuem entradas USB *built-in*, o que facilita o upload dos *sketches* desenvolvidos. A placa Pro Mini do Arduino, embora - sem uma fase de testes - atenda aos requisitos do projeto, não possui as características mencionadas acima, já que é uma placa desenvolvida para utilização em projetos semipermanentes. É necessário um serial

conversor *USB-to-TTL* para a realização de upload de *sketches* e é necessário a compra de outros tipos de conectores ou a solda direta dos fios nos pinos a serem utilizados.

Conclui-se então que, após a fase de testes e à consequente verificação de que a placa Pro Mini atenda à capacidade de processamento e à quantidade de sensores a serem utilizados, essa placa possa ser utilizada para a definitiva instalação do modelo desenvolvido em pontos definidos no Rio Jacaraípe. A placa foi desenvolvida para esse fim, logo, possui tamanho muito reduzido em relação às placas Mega e Uno, os fios podem ser soldados, o que torna as conexões mais fortes, e a placa possui maior resistência.

**OBS.:** Caso queiramos trabalhar duas tecnologias ao mesmo tempo: Compreende-se que a melhor opção seria utilizar ambos os sistemas embarcados, pois o Arduíno e o Raspberry Pi “se completam”. O Arduíno possui uma capacidade em tempo real de leitura dos dados dos sensores, enquanto o Raspberry Pi é um minicomputador com a capacidade de receber e manipular esses dados, podendo enviar e-mail, SMS e fazer postagens em redes sociais, ou seja, comunicar-se com a população e os órgãos de defesa de forma mais eficiente e rápida.

## 6. Referências

InfoEscola. Brainstorming. Disponível em: <<http://goo.gl/FJTtv3>>. Acesso em: Julho/2016.

DevMedia. Introdução a Requisitos de Software. Disponível em:<<http://goo.gl/hBv9ym>>. Acesso em: Julho/2016.

Mercado Livre. Consulta dos preços dos equipamentos. Disponível em: < <http://goo.gl/pzldIw>>. Acesso em: Junho/2016

ICOS. Consulta do preço do Sensor de Nível ICOS. Disponível em: < <http://goo.gl/4SG5Mi>>. Acesso em: Junho/2016

(Em: <<http://pt.slideshare.net/IgorFastroniCorra/Arduíno-36963863>> Acesso em: 24 junho 2016.)

(Em:<<http://www.techtudo.com.br/listas/noticia/2016/03/raspberry-pi-conheca-os-modelos-e-saiba-qual-o-mais-indicado-para-voce.html>> Acesso em: 29 junho 2016.)

(Em:<<http://www.embarcados.com.br/Arduíno-mega-2560/>> Acesso em: 1 julho 2016.)

(BOURQUE, Brad. Arduíno vs. Raspberry Pi: Mortal enemies, or best friends? (inglês)

Em: <<http://www.digitaltrends.com/computing/Arduíno-vs-raspberry-pi/>> Acesso em: 1 julho 2016.)

(ORSINI, Lauren.Arduíno Vs. Raspberry Pi: Which Is The Right DIY Platform For You? (inglês)

Em:<<http://readwrite.com/2014/05/07/Arduíno-vs-raspberry-pi-projects-diy-platform/>> Acesso em: 1 julho 2016.)