

SISTEMA DE MONITORAMENTO REMOTO DE TRANSBORDO DO RIO SESMARIA

renan de oliveira alves takeuchi
renan_oliveira_351@hotmail.com
AEDB

Franciole José Ezequiel
francioleezequiel@yahoo.com.br
AEDB

Eduardo Souza Motta

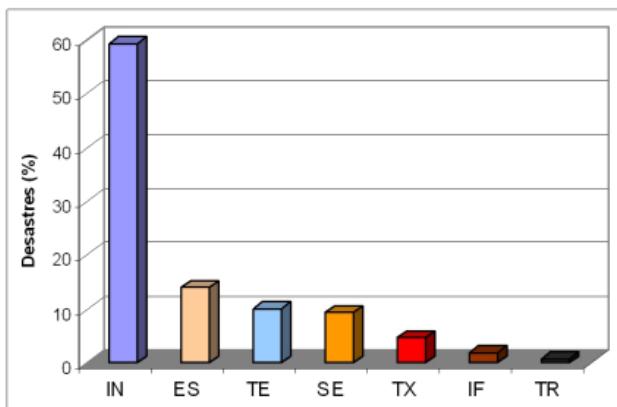
Juliana Gonçalves Fernandes

Resumo:Este Trabalho de Conclusão de Curso tem como tema o sistema de monitoramento remoto de transbordo do rio Sesmaria. Trata-se de um trabalho de implantação prática do sistema, após pesquisa bibliográfica descritiva, realizada ao decorrer do ano de 2016, a respeito do histórico de inundações em alguns bairros da cidade de Resende – RJ causadas pelo transbordo do rio Sesmaria, e tecnologias com potencial para o desenvolvimento do sistema. Através da utilização de uma rede da telefonia móvel GSM (Global System Mobile) e uma plataforma Arduino Mega, pré-programado para executar rotinas de automação, com o objetivo de alertar, via mensagem de texto SMS (Short Message Service), os órgãos responsáveis e os moradores que residem próximo ao rio, com uma antecedência adequada, sobre o risco de um possível transbordamento. Além disso, também é possível comunicar-se com a estação e solicitar informações do nível através de um telefone móvel via mensagem de texto SMS. Para validação do funcionamento este sistema foi instalado na fazenda Bahia, onde foi encontrada toda estrutura necessária para instalação do sistema.

Palavras Chave: Arduino - GSM - Ultrassom - SMS - Inundação

1. INTRODUÇÃO

Quando o leito de um rio ou córrego recebe uma quantidade de chuvas acima de sua capacidade de contenção normal, o excesso de água irá escoar no que é chamado de área de inundação. Esse processo de escoamento pode representar um grande problema para a população que vive próximo ao rio ou córrego e até mesmo aos que necessitam passar na sua proximidade. Segundo dados da ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (2015), o Brasil está entre os 10 países do mundo com o maior número de pessoas afetadas por desastres causados por catástrofes climáticas entre os anos de 1995 e 2015. Para MARCELINO (2007), as inundações representam cerca de 60% dos desastres naturais ocorridos no Brasil no século XX (Figura 1). Deste total de desastres registrados no país, 40% ocorreram na região Sudeste.



Legenda: IN – Inundações; ES – Escorregamentos; TE – Tempestades (Furacões, Tornados e Vendavais); SE – Secas; TX – Temperatura Extrema; IF – Incêndios Florestais; TR – Terremoto

Figura 1: Tipos de desastres naturais ocorridos no Brasil entre 1900 e 2006

Fonte: Marcelino (2007)

O Brasil é o país do continente americano com o maior número de pessoas afetadas por desastres naturais, dado ao perfil climático do país, a maioria dos agentes causadores dos desastres naturais que ocorrem no Brasil não podem ser evitados. No entanto, atividades e intervenções humanas podem influenciar diretamente os impactos causados por estes desastres (MARCELINO, 2007).

A fim de prever ou mesmo evitar inundações, uma das tarefas mais importantes é o monitoramento das variáveis que possam ocasioná-las, de forma manual ou automática, permitindo informar antecipadamente a população sobre os possíveis riscos. Neste contexto, existem duas formas de realizar esse monitoramento, através de estações fluviométricas manuais e automáticas. Estações manuais são compostas por no máximo três seções de réguas limimétricas, tipo estacas, cujos dados podem ser registrados por observadores. Já as automáticas são aquelas nas quais os dados são obtidos por sensores, com o auxílio de uma plataforma coleta informações, processa e transmite remotamente (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2012).

Em meio a esta variedade de opções entre modos manuais e eletrônicos, de aquisição de dados sobre o nível do rio, o presente trabalho descreve o projeto e desenvolvimento de um sistema de monitoramento remoto de transbordo do rio Sesmaria localizado na cidade de Resende – RJ. Este sistema é ilustrado na Figura 2. Ele é composto por uma plataforma microcontrolada para adquirir e gerenciar os dados dos sensores, um sensor ultrassônico, dois sensores de nível com flutuador magnético para líquidos, um módulo de comunicação GSM. A alimentação é realizada por, uma fonte nobreak, que fornece ao sistema a energia necessária e conta com bateria estacionária para suprimento de energia, caso haja interrupção na rede de distribuição local, e para centralizar e abrigar os equipamentos foi utilizado um painel de

controle. Para garantir que não haja falhas, de forma redundante aos sensores mecânicos, foi utilizada a técnica de medição sem contato direto através do sensor ultrassônico para trazer mais segurança ao sistema, pois este não fica submerso e expostos a ambientes muito agressivos.

A comunicação baseia-se em um sistema de telefonia móvel digital, que atualmente é o principal sistema de celular utilizado em todo o planeta (TELECO, 2016). A escolha, neste caso, simplifica a implantação de monitoramento por telemetria, que consiste na coleta e transmissão de dados remotos para fins de medição, controle e monitoramento à distância (SANTOS, 2004).



Figura 2: Ilustração do Sistema
Fonte: Autor (2016)

Este projeto se baseia nos princípios da automação. A automação vem se destacando no mercado de tecnologia há algumas décadas, sendo um dos setores mais promissores para este mercado. Esta área, assim como o setor de informática, apresentou grande evolução nos últimos anos. Tais avanços tecnológicos ajudam em áreas totalmente distintas e completamente necessárias, como avanços da medicina, engenharia e segurança, todas primordiais para população. Este mercado cresce em um eixo principal de redução de custos, aumento de segurança e ganho de tempo na execução da tarefa (UNICEUB, 2010).

O uso de ferramentas open source para automação é um tanto quanto recente. Segundo MOTA e SERUCA (2015) o software open source constitui hoje uma fonte, ainda pouco explorada, de ferramentas úteis para o desenvolvimento dessas novas tarefas. Como o software e o hardware open source começaram a se destacar na automação com o surgimento dos embarcados: o Arduino em 2005 e o Raspyberry em 2006, tendo em vista que o conceito de automação surgiu por volta de 1946.

Este sistema visa atender a demanda de medir o nível do rio Sesmaria com elevação de até 4 metros de altura e alertar automaticamente, via mensagem de texto SMS, os órgãos responsáveis e os moradores que residem às margens do rio, com uma antecedência adequada, sobre o risco de uma possível inundação. O sistema foi instalado em uma fazenda localizada na área rural da cidade de Resende, a aproximadamente 8 km da área urbana da cidade, sendo assim, a partir do momento que o sistema identificar alteração no nível e enviar a mensagem de alerta, os moradores e autoridades terão cerca de 1 hora e 20 minutos para tomarem as ações que julgarem necessárias, até que o nível do rio no início da área urbana alcance o nível identificado anteriormente na fazenda. Além disso, também é possível comunicar-se com a estação e solicitar informações do nível através de um telefone móvel via mensagem de texto SMS. Constatase sua relevância por utilizar tecnologias open source para a automação do sistema de monitoramento, apresentando uma tecnologia de baixo custo, devido o código aberto e grande efetividade em sua resposta.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A hidrometria é a ciência da medida e análise das características físicas e químicas da água, inclusive dos métodos, técnicas e instrumentação utilizados (PROSSIGA, 2003). Segundo PEREIRA *et al.* (2003), medição de vazão em hidrometria é todo processo empírico utilizado para determinar a vazão de um curso de água. Ou seja, a vazão é medida do volume de água que passa através de uma seção transversal por unidade de tempo. Dentro da hidrometria pode-se mencionar a fluviometria, que compreende as medições de vazões, velocidade e cotas de rios. Os dados fluviométricos são imprescindíveis para os estudos de aproveitamentos hidroenergéticos, como o planejamento de uso dos recursos hídricos, previsão de cheias, gerenciamento de bacias hidrográficas, saneamento básico, abastecimento público e industrial, navegação, irrigação, transporte e meio ambiente de modo geral.

2.1 ENCHENTES E INUNDAÇÕES

Inundações e enchentes são eventos naturais que ocorrem com periodicidade nos cursos d'água, frequentemente deflagrados por chuvas fortes e rápidas ou chuvas de longa duração.

Segundo UNITED NATIONS INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION (2011), as inundações e enchentes são problemas geoambientais derivados de fenômenos ou perigos naturais de caráter hidrometeorológico ou hidrológico, ou seja, aqueles de natureza atmosférica, hidrológica ou oceanográfica. A figura 3 ilustra a diferença entre uma situação normal do volume de água no canal de um curso d'água e nos eventos de enchente e inundação.



Figura 3: Perfil esquemático do processo de enchente e inundação

Fonte: Ministério das Cidades/IPT (2007)

2.2 SISTEMAS DE MONITORAMENTO E ALERTAS

O sistema de alerta tem o papel de prevenir inundações com antecedência, diminuindo os prejuízos com a remoção das pessoas das áreas de risco. Além disso, o sistema de alerta é essencial para os eventos que atingem com menor frequência as cotas maiores, onde pessoas sentem-se seguras (TUCCI, 2003). Inundações bruscas necessitam de emissão de alertas pelos controles locais de previsão. O sistema de monitoramento, previsão e consequentemente alerta da ocorrência de inundaçao deve ser local (GOERL e KOBIYAMA, 2005).

De acordo com HAROLDO (2013), no estado de Santa Catarina, a bacia do rio Itajaí, devido à sua grande extensão e instabilidade, demonstrou a necessidade de monitoramento. Em dezembro de 2008, novas estações telemétricas foram instaladas em pontos estratégicos no rio Itajaí-Açu. As estações de monitoramento enviam dados de nível do rio e dados pluviométricos com intervalos de quinze minutos, modificando a frequência das informações em casos de risco de enchente. Os dados são transmitidos via celular ou satélite e centralizados no Centro de Operação do Sistema de Alerta da bacia hidrográfica do rio Itajaí-Açu (CEOPS), em Blumenau (DA SILVA, 2009).

Outro sistema semelhante foi criado pelo INEA/RJ, onde divulga informações em tempo real sobre chuvas e níveis dos rios monitorados em numerosos pontos do estado, principalmente na região serrana e na baixada fluminense (INEA/RJ,2013). Quando há possibilidade de transbordamento dos rios monitorados, o INEA envia ALERTAS via SMS. Este sistema foi criado depois do desastre na região serrana do estado em 2011, onde foi classificada como a maior tragédia climática da história do país. O registro de números de mortos em 4 cidades do RJ chegou 506, segundo prefeituras (G1, 2011).

2.3 RIO SESMARIA

Segundo MIGUEZ et al.(2012), A bacia do rio Sesmaria está inserida na região conhecida como Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, no limite dos estados brasileiros de São Paulo e Rio de Janeiro (Figura 4), e localiza-se sob as coordenadas $22^{\circ}35'18,81''$ S, $44^{\circ}28'55,68''$ O. O rio Sesmaria, formado pelos rios Feio e Formoso, nasce em São José do Barreiro-SP, atravessa parte deste município e segue seu curso até Resende-RJ, desaguando no Rio Paraíba do Sul, na parte central da cidade.

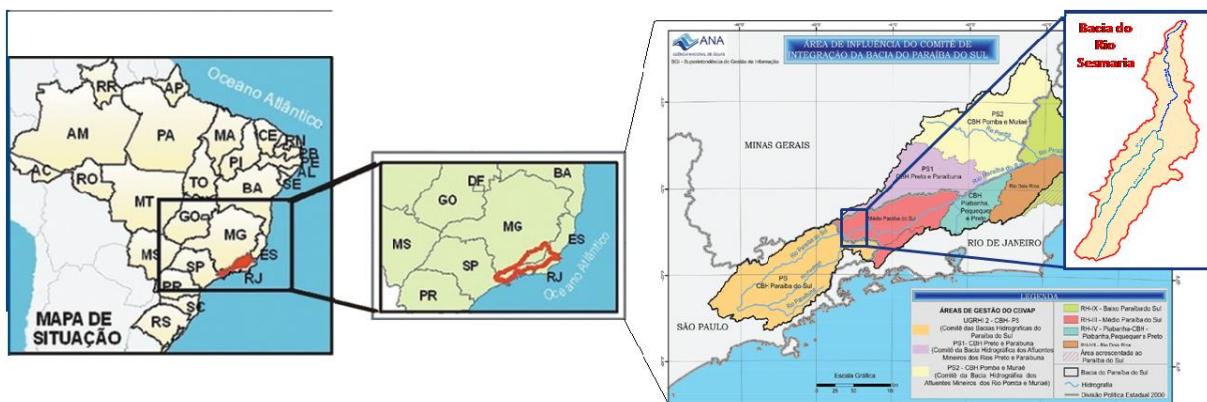


Figura 4: Mapa do Brasil com a localização da bacia do rio Sesmaria. Fontes: Miguez et al. (2012).

O principal afluente do rio Sesmaria é o rio São João, que está localizado na sua margem direita, a 2,7 km da confluência dos rios Feio e Formoso. A Figura 5 mostra a delimitação da bacia hidrográfica do rio Sesmaria, apresentando não só o próprio rio Sesmaria, como também os rios Feio, Formoso, São João e Paraíba do Sul.

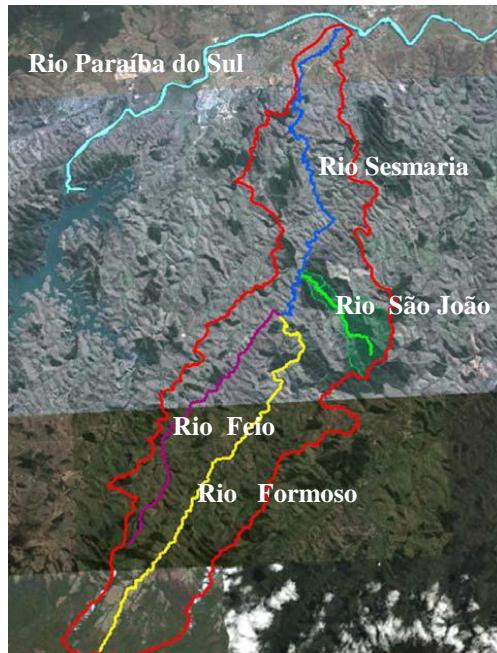


Figura 5: Bacia hidrográfica do rio Sesmaria

Em verde a bacia do rio São João, em amarelo o rio Formoso, em roxo o rio Feio e em azul o rio Sesmaria

Fonte: Imagem modificada do software Google Earth, em 03/09/11

3. DESCRIÇÃO DO SISTEMA DESENVOLVIDO

O sistema proposto foi desenvolvido com o intuito aplicar o método de medição indireta por ultrassom utilizando um sensor HC-SR04 e dois sensores de nível com flutuador magnético para líquidos. Este teve por objetivo medir o nível do rio, comprovando que o método de medição consegue desempenhar bem o papel de aquisição de nível de líquidos, neste caso rios.

3.1. APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

JACOB (2016) relata que a bacia do rio Sesmaria, sempre sofreu com enchentes. Mais recentemente, em 2009, houve uma cheia que atingiu algumas casas, mas não provocou grandes estragos na cidade de Resende. No ano de 2010, a população sofreu com duas grandes enchentes consecutivas, uma em março e outra em dezembro. As duas cheias de 2010 alagaram muitos bairros da cidade e provocaram estragos em pontes e muros que estavam confinando o rio. Moradores afirmam que a enchente de dezembro de 2010 foi pior do que a que ocorreu em março. A Figura 6 mostra imagens da cheia do dia 16 março de 2010, quando mais de 100 casas e 7 bairros de Resende foram atingidos e uma ponte comprometida.



Figura 6 : Imagens da enchente de março de 2010

mostrando o nível da água (A, B)

Fonte: Diário do Vale (2010)

No evento dos dias 14 e 15 de dezembro de 2010, 9 bairros foram atingidos pela cheia e a ponte da Av. Saturnino Braga precisou ser interditada para evitar maiores prejuízos, pois a força do rio destruiu a cabeceira da ponte. A Figura 7 registra esta cheia e a destruição causada à ponte, além da erosão de uma das margens que derrubou uma parte de uma rua.



Figura 7 : Imagens da enchente de dezembro de 2010
a destruição da cabeceira da ponte (C) e em parte de uma rua que margeia o rio (D).

Fonte: Diário do Vale (2010)

JORNAL BEIRA RIO (2016) conta que o último impacto causado pelo transbordo foi registrado na manhã do dia 03 de janeiro de 2016 onde moradores do Bairro Ipiranga I em Resende, ficaram impossibilitados de deixar suas casas e fizeram imagens do nível do rio subindo e de suas ruas sem passagem (figura 8). O rio havia tido um aumento de cerca de quatro metros e meio em relação a seu nível normal.

Através de uma parceria informal com um colaborador que mora próximo ao rio na cidade de São José do Barreiro-SP, este informa ao diretor da Defesa Civil de Resende quando há cabeças d'água no local e que podem alterar o nível do rio Sesmaria, em Resende, porém na ocasião foi constatado que a causa da enchente foi uma cabeça d'água nos afluentes a jusante de Formoso, desta forma não sendo possível tomar conhecimento do nível do rio naquela localidade.



Figura 8 : Imagens da enchente de janeiro de 2016
rua inundada bairro Parque Ipiranga (A e B)

Fonte: Globo (2016)

Estes eventos chamaram a atenção da população e das autoridades para esta bacia, que durante anos vem sendo degradada, tanto pelas modificações no uso e cobertura do solo quanto pela expansão imobiliária na região urbana, aumento do escoamento superficial e o confinamento da calha do rio pelas construções.

Surge-se então a necessidade de monitorar do rio como medida preventiva e de alerta com uma antecedência adequada, sobre o risco de um possível transbordamento. Portanto este trabalho tem como proposta a utilização de meios eletrônicos para medição do nível de rio,

substituindo meios tradicionais de medição e utilizando a integração de rede de sensores dinâmicos com a tecnologia GSM. Os níveis utilizados para o acionamento dos alarmes foram definidos pela Defesa Civil e a AMOPI, baseado no histórico de inundações acima descritas, de forma que o sistema atue somente em níveis que apresentem risco de um possível transbordamento e não alarmem desnecessariamente. Foram definidos três níveis para acionar os alarmes: 3,10 metros que indica “alerta” devido ao nível que foge da normalidade; 3,60 metros que indica “atenção” devido ao nível alto e ao risco de transbordamento; e 4 metros que indica “perigo” devido ao nível alto apresentar o suficiente para o transbordamento do rio.

Para a escolha do local onde foi instalado o sistema houve a necessidade que o mesmo atendesse a alguns requisitos, para tornar exequível a instalação do equipamento: Estar à jusante dos afluentes do rio Sesmaria, rio do Feio e o rio São João, estar próximo a um ponto que disponibilizasse energia elétrica e estar distante cinco ou mais quilômetros do bairro Parque Ipiranga, para atender ao tempo estimado de 1 horas até que a cabeça d’água presente nos afluentes chegue ao bairro. Era necessário que houvesse também no local algum sinal GSM em aparelhos de celular, mesmo que com baixa intensidade.

3.2 FUNCIONAMENTO GERAL

O sistema de monitoramento remoto de transbordo, deste trabalho, funciona coletando informações do nível do rio Sesmaria através de sensores, um sensor ultrassônico e dois sensores de nível com flutuador magnético para líquidos, onde uma plataforma microcontrolada que recebe, gerencia e transmite com o auxílio de um módulo de comunicação GSM, tais informações a usuários predefinidos. Além disso, também é possível comunicar-se com a estação e solicitar informações do nível através de um telefone móvel via mensagem de texto SMS. Bastando enviar um SMS com o texto “STATUS NIVEL”, o módulo GSM receberá a SMS, a plataforma microcontrolada processa a solicitação e retornar com outro SMS informando o nível do rio.

Este sistema é alimentado por uma fonte que fornece ao projeto a energia necessária e conta com bateria estacionária para suprimento de energia caso haja interrupção na rede de distribuição local, e para centralizar e abrigar os equipamentos foi utilizado um painel elétrico.

4. IMPLEMENTAÇÃO E RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentadas as etapas de desenvolvimento do projeto, descrevendo a metodologia para o desenvolvimento e instalação do protótipo do sistema proposto e seus resultados de hardware, software, comunicação e as dificuldades encontradas para a implementação.

4.1 LOCAL DE INSTALAÇÃO

Após contato, obtive-se uma melhor abordagem com o Sr. Ciro, um dos proprietários da Fazenda Bahia (figura 9), que autorizou uma visita, para avaliação das condições topográficas e dos recursos necessários para instalação do sistema.



Figura 9 : Fazenda Bahia com destaque da ponte

Fonte: Imagem modificada do software *Google Earth*, em 27/07/16

Através do Google Maps (figura 10) foi calculada a distância do curso do rio entre a fazenda Bahia (Ponte) e o bairro Parque Ipiranga I, totalizando 10,8km. De acordo com a Defesa Civil, esta distância é percorrida pelo rio em aproximadamente 1 hora e 20 minutos em períodos de chuva onde a vazão e volume d'água aumentam.



Figura 10 : Distância do curso do rio Sesmaria entre Fazenda Bahia e Ipiranga I

Fonte: Imagem modificada do software *Google Earth*, em 27/07/16

A visita foi realizada no dia 28 de abril de 2016 e através da mesma chegou-se ao croqui de instalações (figura 11) e às seguintes conclusões:

A distância percorrida na estrada entre o bairro Parque Ipiranga e a fazenda Bahia foram aproximadamente 8km, atendendo o pré-requisito de uma distância mínima de 5km do bairro Parque Ipiranga I. Verificou-se que a única operadora de telefone celular que apresentou sinal foi a Vivo, pois tanto realizou-se quanto recebeu-se ligações de alguns pontos da fazenda, mesmo sem o auxílio de antena externa. A fazenda possui uma ponte com estrutura metálica, que pode ser um excelente ponto de fixação do sensor ultrassônico. Os

sensores de nível com flutuador magnético para líquidos podem ser instaladas sob a ponte em uma área de alvenaria, com uma boa superfície para fixação. O melhor ponto encontrado para instalação do painel de controle e antena foi próximo da ponte, numa distância aproximada de 12 metros da margem do rio. A uma distância aproximada de 40 metros da ponte existe um poste de distribuição de energia elétrica, onde pode se realizar uma conexão para alimentação do sistema.

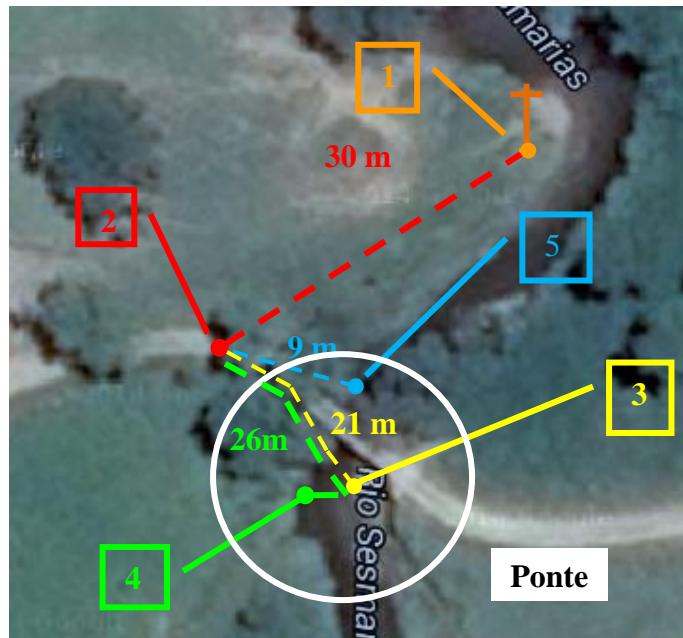


Figura 11 : Croqui do local onde será instalado do sistema

Legenda: (1) Poste de Distribuição de Energia Elétrica; (2) Localização Quadro de Controle; (3) Sensor Ultrassônico; (4) Sensores de nível; (5) Ponto de Iluminação

Fonte: Imagem modificada do *software Google Earth*, em 27/07/16

Por fim foi concluído que a fazenda Bahia oferece toda estrutura necessária para instalação do sistema de monitoramento, bem como a distância adequada para proporcionar um tempo de alarme esperado. Outro ponto importante é o apoio e comprometimento do proprietário e do responsável da fazenda, pois mesmo com toda automatização envolvida, o nível de envolvimento dos mesmos será muito importante.

4.2 DESCRIÇÃO DE ETAPAS DO PROJETO

Partindo-se do pressuposto de que para atender a necessidade do projeto, haveria necessidade de utilização de um circuito microcontrolado, optou-se pela utilização da placa Arduino Mega com microcontrolador baseado no ATmega2560. Este apresentou custo acessível, um número maior de portas digitais e analógicas de entrada/saída e a facilidade de possuir vários módulos GSM compatíveis, facilmente encontrados no mercado e com bibliotecas para a elaboração do programa.

Foi necessário realizar pesquisas de campo para obter informações que só poderiam ser levantadas no local de instalação do sistema, como intensidade de sinal dos aparelhos de celular, disponibilidade de energia elétrica, etc. para verificar se o local atendia as condições, para que o sistema se tornasse exequível.

Através de algumas reuniões com os orientadores, com o diretor da Defesa Civil de Resende e a AMOPI, chegou-se aos níveis ideais para o acionamento dos alarmes, baseado no histórico de inundações, de forma que o sistema atue somente em níveis que apresentem risco de um possível transbordamento e não alarme desnecessariamente. Foram definidos três níveis para acionar os alarmes: 3,10 metros que indica “alerta” devido ao nível que foge da

normalidade; 3,60 metros que indica “atenção” devido ao nível alto e ao risco de transbordamento; e 4 metros que indica “perigo” devido ao nível alto apresentar o suficiente para o transbordamento. Como o sistema foi instalado em uma fazenda localizada na área rural da cidade de Resende, a aproximadamente 8 km da área urbana da cidade, o tempo estipulado pela Defesa Civil de Resende foi de aproximadamente 1 hora e 20 minutos até que a alteração do nível identificada pelos sensores alcancem o bairro Parque Ipiranga.

Para concluir a proposta inicial do funcionamento do sistema, foi desenvolvido o fluxograma, um diagrama constituído por passos sequenciais de ação e decisão, cada um dos quais representados por simbologia própria, que ajuda a compreender a sua natureza.

A partir das informações colhidas até este momento, foi iniciado o desenvolvimento do programa e testes em placa protoboard. O desenvolvimento do programa foi realizados por partes e a cada etapa foram executados testes de verificação. A sequência de desenvolvimento foi: o programa do LCD convencional; o programa do sensor HC-SR04; a integração do programa do LCD com o sensor HC-SR04 adicionando uma saída digital; o programa para envio de alerta através de SMS; a integração do programa do LCD, HC-SR04, saídas digitais com o envio de alerta através de SMS; o programa de recebimento de SMS “STATUS NIVEL”; a integração do programa do LCD, HC-SR04, saídas digitais, envio de alerta através de SMS com o recebimento de SMS “STATUS NIVEL”; o programa do módulo I2C para controlar o LCD; e a integração do programa do LCD, HC-SR04, saídas digitais, envio de alerta através de SMS, o recebimento de SMS “STATUS NIVEL” com o módulo I2C para controlar o LCD.

Após comprovação do funcionamento nos testes na placa protoboard, iniciou-se a montagem do painel, assim como as estruturas dos sensores. Depois das estruturas e painel terminados, foram realizados testes do sistema já montado sobre uma bancada. E por último foi realizada a instalação do sistema em campo, conforme figura 12.



Figura 12 : Sistema instalado
Fonte: Autor (2016)

4.3 FLUXOGRAMA

Trata-se de um diagrama sistemático que pretende representar de uma forma bastante simples, ordenada e facilmente comprehensível as várias fases do funcionamento do sistema, bem assim como as relações de dependência entre elas.

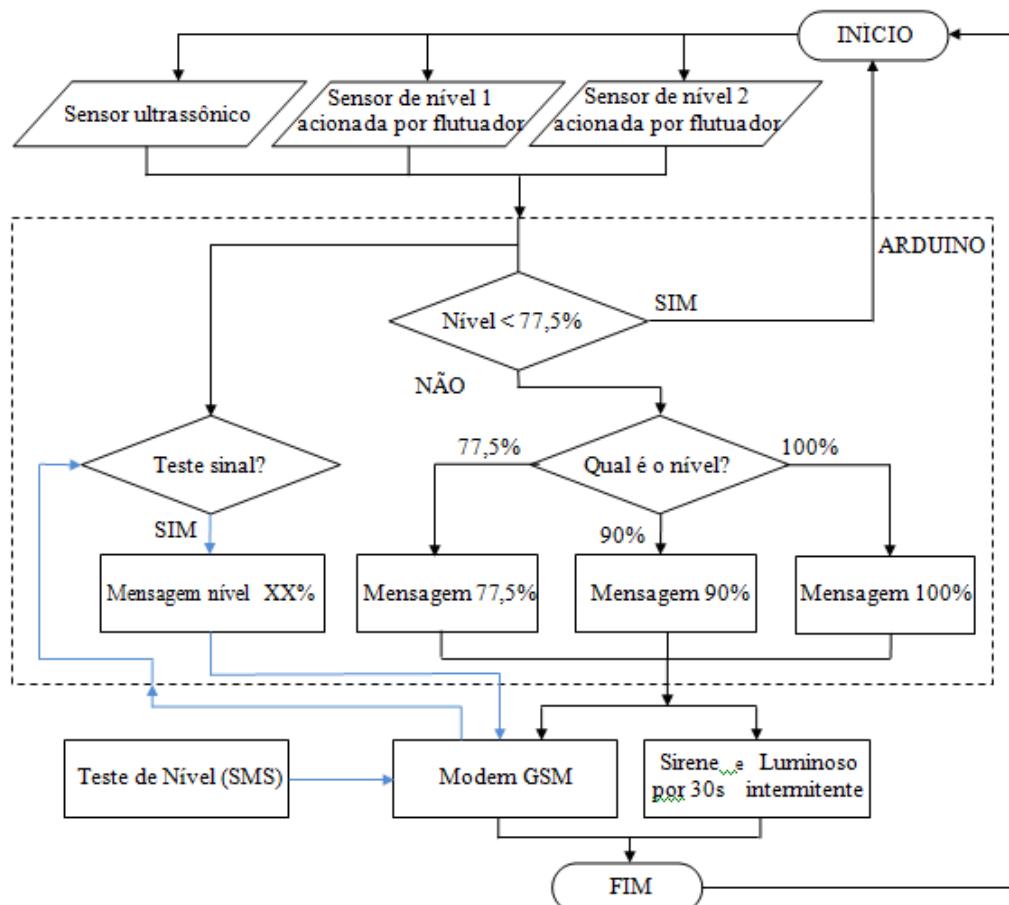


Figura 13: Fluxograma do Sistema
Fonte: Autor (2016)

O Sistema funciona em loop, ou seja, o programa executa as rotinas programadas repetitivamente. O arduino recebe os sinais dos sensores e realiza testes através de comparações, caso umas das comparações atendam os níveis pré-definidos para os alarmes, ele executará as seguintes ações:

- Se nível < 3,10 metros => nível aceitável, retorna loop;
- Se nível = 3,10 metros => nível alerta, envia SMS conforme figura 14A e aciona alarme luminoso e sonoro local;
- Se nível = 3,60 metros => nível atenção, envia SMS conforme figura 14B e aciona alarme luminoso e sonoro local;
- Se nível = 4,00 metros => nível transbordo, envia SMS conforme figura 14C e aciona alarme luminoso e sonoro local;



Figura 14 : SMS enviados pelo Sistema

(A) Alerta para o nível de 3,10m; (B) Atenção para o nível de 3,16m; (C) Perigo para o nível de 4,00m

Fonte: Autor (2016)

Além disso, também é possível comunicar-se com a estação e solicitar informações do nível através de um telefone móvel via mensagem de texto SMS. Bastando enviar um SMS com o texto “STATUS NIVEL”, o módulo GSM receberá a SMS e o arduino processa solicitação, realiza a leitura dos sensores para identificar qual é o nível do rio naquele momento e retornar com outro SMS informando o nível do rio, conforme figura 15.



Figura 15 : SMS Teste de nível

Fonte: Autor (2016)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 RESULTADOS

As informações do nível do Rio Sesmaria contidas no gráfico abaixo, foram coletadas durante um período de grande precipitação, entre 12:00 horas do dia 13 de dezembro de 2016 e 12:00 horas do dia 14 de dezembro de 2016.

Parte-se do princípio que a representação de nível zero no gráfico é denominada “nível normal” do rio, onde sua cota é aproximadamente 0,5 metros. O gráfico possui quatro fontes de informação, em pontos diferentes, ao longo do trajeto do rio.

1º Fonte - Formoso: Neste ponto, o nível é obtido pela Defesa Civil de Resende, através de uma parceria informal com um colaborador que mora próximo ao rio na cidade de São José do Barreiro-SP, que informa ao diretor da Defesa Civil de Resende via telefone, quando há uma elevação do nível do rio neste ponto.

2ª Fonte - Sistema de Monitoramento: Neste ponto, o nível é medido pelo Sistema de Monitoramento, objeto deste TCC e é coletado através do envio de SMS para o sistema, de forma manual, periodicamente até 01:00 hora da manhã, uma verificação às 04:00 horas e periodicamente a partir das 07:00 horas. Os demais pontos apresentados no gráfico foram

estimados com base nos dados do CEMADEN e o atraso de 2 horas entre estes dois pontos de medição.

3^a Fonte – CEMADEN: Este ponto pode ser considerado o mesmo ponto do Parque Ipiranga, pois fica muito próximo ao bairro Parque Ipiranga, na ponte de acesso ao Alphaville. O registro de informação é feita de forma automática e coletada no site do CEMADEN (Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais).

4^a Fonte – Morador do Parque Ipiranga: Este ponto fica localizado no Bairro Parque Ipiranga e as informações são coletadas no local, visualmente, pelo morador através de uma régua com escala de 25 centímetros. Os pontos apresentados no gráfico foram estimados com base nos dados do CEMADEN e a diferença de cota entre estes dois pontos de medição.

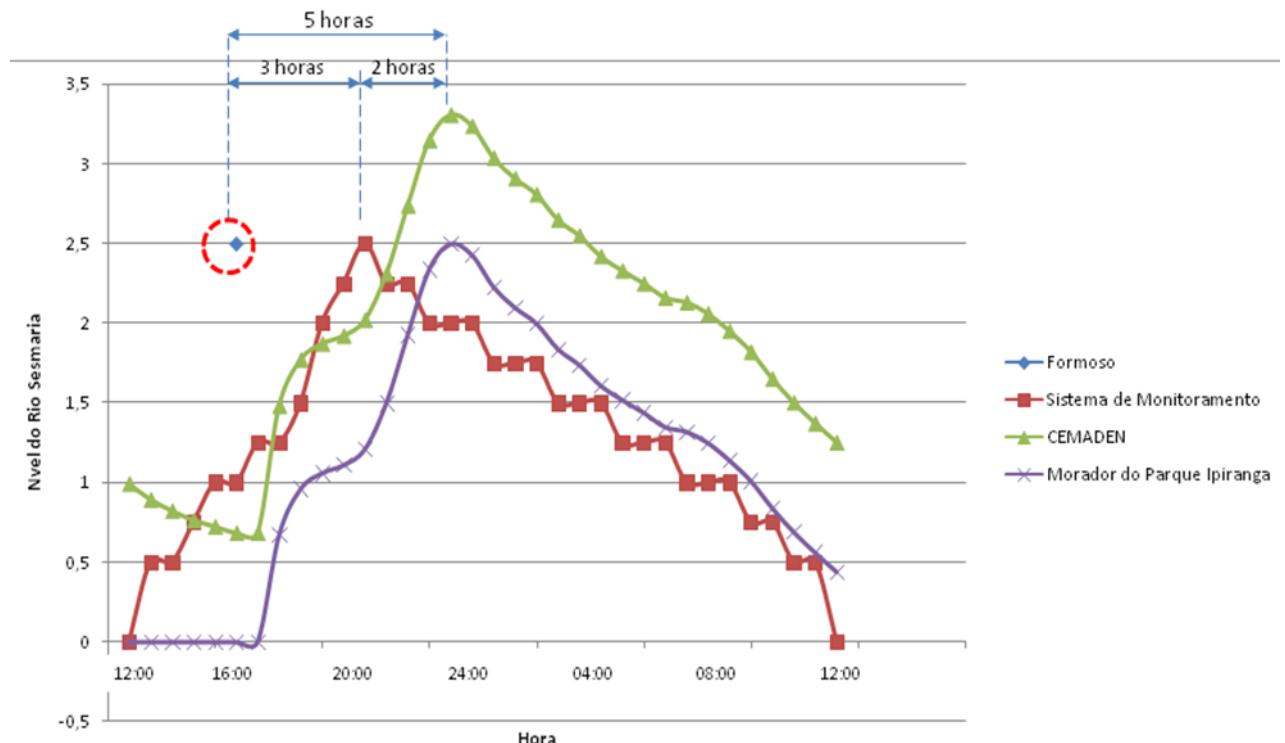


Figura 16 : Gráfico de informações coletadas durante um período de grande precipitação

Analisando o gráfico, observamos que, em Formoso, possui somente uma leitura. O nível deste ponto não pode ser considerado como referência para parâmetro do nível que será alcançado no Parque Ipiranga, pois devido ao grande número de variáveis envolvidas entre este ponto e o Parque Ipiranga, não se pode ter tal referência. Entretanto, a informação importante a ser considerada neste ponto é à hora em que houve a elevação, pois ela servirá de referência para estimar quando esta elevação, independente do nível, irá ter consequências no Parque Ipiranga.

Outra informação importante neste gráfico é sobre os níveis do CEMADEN e do morador do Ipiranga, pois como podem ser observados, eles possuem aproximadamente a mesma forma curva de elevação e redução de nível, com uma diferença na escala.

Como o sistema do CEMADEN, está instalado em um ponto onde ocorre estrangulamento do rio, isto gera uma elevação do nível de aproximadamente 0,81m, em relação ao nível do Parque Ipiranga.

As informações mais importantes a serem consideradas neste gráfico, são os tempos que a elevação em Formoso leva para alcançar o Sistema de Monitoramento (3 horas), o tempo que a elevação no ponto de leitura do Sistema leva para alcançar o Parque Ipiranga (2

horas), e a confirmação de que as cotas do local onde está instalado o sistema refletiram com exatidão a cota do rio no Parque Ipiranga.

5.2 CONCLUSÕES

Este sistema teve como finalidade atender a demanda de medir o nível do rio Sesmaria com elevação de até 4 metros de altura e alertar automaticamente, via mensagem de texto SMS, os órgãos responsáveis e os moradores que residem às margens do rio, com uma antecedência apropriada, sobre o risco de uma possível inundaçāo. Tendo uma grande importância para a comunidade, pois com a utilização do sistema, poderão ser evitados danos materiais e até mesmo vidas poderão ser salvas.

O protótipo desenvolvido neste trabalho se mostrou funcional para o monitoramento de nível de rios e lagos. Os resultados obtidos até aqui garantem o sucesso do projeto e revela um potencial de novos desenvolvimentos do sistema, que não foram identificados ao serem iniciados os trabalhos. Após o projeto, o desenvolvimento e a instalação, pode-se comprovar que o equipamento tem um baixo custo, se comparado com os sistemas comerciais que são vendidos no Brasil.

Pode-se destacar como vantagens desse equipamento, além do já citado anteriormente, a facilidade de obter informações do nível do rio em tempo real através de mensagens SMS a qualquer momento e em qualquer lugar; além de servir de prevenção antes de um possível transbordamento do rio, o sistema pode funcionar como uma ferramenta de pesquisa na elaboração de padrões de comportamento do rio em determinados períodos do ano.

6. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. Dados Hidrológicos em Tempo Real. Agência Nacional das Águas, 2012. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/informacoeshidrologicas/informacoeshidro.aspx>> Acesso em: 19 out. 2016.

DA SILVA, G. S. Sistema de Informações para apoiar o sistema de alerta da bacia do Itajaí. Universidade Regional de Blumenau. Blumenau, 2009.

DIÁRIO DO VALE. Mais de 100 casas foram alagadas em Resende. Diário do Vale, 2010. Disponível em: <<http://186-192-129-227.static.silicom.com.br/noticias/0,18436,Mais%20de%20100%20casas%20fora%20alagadas%20em%20Resende.html#axzz4QIZEFM9r>> Acesso em 15 fev. 2016.

G1. Afiliada Globo Resende. Nível do Rio Sesmaria preocupa moradores em Resende-RJ. Rede Globo, 2016. Disponível em: <<http://g1.globo.com/rj/sul-do-rio-costa-verde/rjtv-2edicao/videos/v/nivel-do-rio-sesmaria-preocupa-moradores-de-resende-rj/4739168/>> Acesso em 15 fev. 2016.

G1. Chuva na Região Serrana é maior tragédia climática da história do país. Rede Globo, 2011. Disponível em: <<http://g1.globo.com/rio-de-janeiro/chuvas-no-rj/noticia/2011/01/chuva-na-regiao-serrana-e-maior-tragedia-climatica-da-historia-do-pais.html>> Acesso em: 14 nov. 2016.

GOERL, R. F.; KOBIYAMA, M. Considerações Sobre as Inundações no Brasil. Laboratório de Hidrologia da UFSC, 2005. Disponível em: <http://www.labhidro.ufsc.br/Artigos/ABRH2005_inundacoes.pdf>. Acesso em: 04 nov. 2016.

HAROLDO, A. T. C. Projeto de uma Estação Fluviométrica Automática. Lajeado, UNIVATES, 2013. Disponível em: <<https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/377/1/HAROLDOCHAVES.pdf>> Acesso em: 04 nov. 2016.

INEA/RJ. Conhecendo o Sistema de Alerta de Cheias. INEA. 2016. Disponível em: <<http://www.alertadecheias.com.br/>> Acesso em: 04 nov. 2016.

JACOB, A. C. P. Requalificação fluvial como instrumento de minimização do risco de inundações na bacia do rio sesmaria. Dissertação Mestrado. COPPE- UFRJ, 2013. Disponível em: <<http://www.aquafluxus.com.br/wp-content/uploads/2015/08/Ana-Caroline-Pitzer-Mestrado.pdf>> Acesso em: 04 nov. 2016.

JORNAL BEIRA RIO. Alagamento do Rio Sesmaria causa transtorno em Resende. Jornal Beira Rio, 2016. Disponível em: <<http://jornalbeirario.com.br/?p=35878>> Acesso em 15 fev. 2016.

MARCELINO, E. V. 2007. Desastres Naturais e Geotecnologias: Conceitos básicos. Santa Maria: CRS/INPE, 2007. Disponível em: <<http://www.unimedblumenau.com.br/downloads/Site%20Unimed%20Vida/DESASTRES%20NATURAIS%20E%20GEOTECONOLOGIAS.pdf>> Acesso em: 18 out. 2016.

MIGUEZ, M. G. et al. Diminuição do risco hidráulico em Resende – O caso do rio Sesmaria: Perfil de Projeto I.1. Versão 1.3, Projeto SERELAREFA, 2012.

MINISTÉRIO DAS CIDADES / INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT – Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios. Brasília, 2007.

MOTA , C.; SERUCA, I. Free/open source software VS proprietary software in education. Information Systems and Technologies (CISTI), 10th Iberian Conference on. IEEE, 2015.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Brasil está entre os 10 países como maior número de afetados por desastres nos últimos 20 anos. Organização das Nações Unidas, 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/onu-brasil-esta-entre-os-10-paises-com-maior-numero-de-afetados-por-desastres-nos-ultimos-20-anos/>> Acesso em: 18 out. 2016.

PROSSIGA. Portal de Recursos Minerais. Prossiga, 2003. Disponível em: <http://www.prossiga.ibict.br/glossario/glossario_h.html> Acesso em: 19 out. 2016.

SANTOS, D. S. Rastreamento e Telemetria de Veículos Usando a Comunicação de Dados de Alta Velocidade Disponível na Telefonia Celular. 2004. 109p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrônica e da Computação): Divisão de engenharia Eletrônica - Instituto de Técnico da Aeronáutica. São José dos Campos, 2004.

TELECO. Seção: Telefonia Celular. Teleco, 2016. Disponível em:<<http://www.teleco.com.br/ncel.asp>> Acesso em: 19 out. 2016.

TUCCI, C. E. M. Inundações Urbanas. Procuradoria Geral da República – Ministério Púbico Federal, 2003. Disponível em: <<http://www.cepal.org/samtac/noticias/documentosdetrabajo/5/23335/inbr02803.pdf>> Acesso em: 18 out. 2016.

UNICEUB. Fechadura GSM. UNICEUB, 2010. Disponível em:<<http://repositorio.uniceub.br/bitstream/123456789/3367/3/20416090.pdf>> Acesso em: 29 abr. 2016.

UNITED NATIONS INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION (UN-ISDR) – Living with Risk. A Global Review of Disaster Reduction Initiatives. United Nations. Geneva, Suíça. United Nations International Strategy for Disaster Reduction, 2002. Disponível em: <http://www.unisdr.org/eng/about_isdr/bd-lwr-2004-eng.htm> Acesso em: 03 nov. 2016.