

Sistema Microcontrolado para Notificação de Acidente de Trânsito com Motocicleta

Jonas dos Santos, Douglas Rossi de Melo

Laboratório de Sistemas Embarcados e Distribuídos (LEDS)
Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI) – Itajaí – SC – Brasil

jonass@edu.univali.br, drm@univali.br

***Abstract.** It has been witnessed a significant increase in traffic accidents rate involving motorcycles. The number of motorcycle accidents in remote regions has equally risen, in some cases the victim may never get to be rescued. To minimize these situations there has been an increased use of embedded technology trying to reduce the rescue time. It is possible to identify typical accident signals, like speed and slant, through devices called sensors. Once the slant and speed are constant, the geographical location can be collected and sent to contacts through text messages. This paper proposes a system to identify an accident and notify others about their occurrence and geographical location.*

***Resumo.** Têm-se testemunhado o aumento significativo do índice de acidentes de trânsito com motocicletas. Na mesma proporção, também sobe o número de acidentes com motocicletas em regiões afastadas, no qual a vítima pode ficar sem socorro médico. Para minimizar essa situação, tem crescido o uso da tecnologia embarcada na busca por alternativas simples para reduzir o tempo de resgate. É possível identificar sinais típicos de um acidente, como velocidade e inclinação, por dispositivos denominados sensores. Uma vez identificada a inclinação da motocicleta com velocidade constante, basta coletar a localização geográfica da ocorrência e enviá-la aos contatos por mensagens de texto. Este trabalho propõe um sistema capaz de identificar um acidente e notificar terceiros sobre sua ocorrência e localização geográfica.*

1. Introdução

Equipamentos com funções controladas à distância estão presentes na maioria dos ambientes, como a abertura de um portão, ligar um aparelho eletrônico e também o uso de telefones sem fio ou aparelhos celulares. Todas as situações mencionadas têm em comum a comunicação por rádio. O uso dessa tecnologia pode ser empregado em equipamentos de diferentes propósitos, sendo que essa característica gera grau de custo e complexidade bem diferentes para cada aparelho [RAPPAPORT, 2009].

A difusão da comunicação por rádio tornou-se comum em muitos objetos, originando a computação ubíqua, no qual torna invisível a interface homem-computador [WEISER, 1991]. Equipamentos de uso comum possuem componentes específicos para capturar um sinal e agir com base na leitura do ambiente. Esses componentes são classificados como

sensores e atuadores, sendo que o sensor pode realizar a leitura de um ambiente ou equipamento e o atuador pode realizar uma ação externa [FRADEN, 2003].

Diante da versatilidade da tecnologia microcontrolada, associada ao uso de sensores e atuadores, tornou-se possível a elaboração de uma grande variedade de projetos, que podem se comunicar sem fio com outros dispositivos. Considerando o fato que acidentes com motocicletas podem acontecer em áreas isoladas, este trabalho propõe o uso de um sistema embarcado para identificar um acidente de trânsito de motocicleta, informar a localização geográfica do ocorrido e permitir maior agilidade no resgate da vítima.

Na Tabela 1 é apresentado um contraste entre trabalhos com o propósito de monitoramento que contemplam tecnologias semelhantes às utilizadas neste trabalho.

Tabela 1. Trabalhos relacionados

	Nagy et al. (2008)	Soares e Bora (2014)	Oliveira (2014)	Spot (2015)
Custo de implantação	Baixo	Baixo	Baixo	Não informado
Plataforma de automação	PIC	PIC	Arduino	Não informado
Protocolo de comunicação	GSM	GSM	GSM	Satélite
Interface	Móvel	Móvel	Móvel	Web

O projeto desenvolvido por Nagy et al. (2008) propõe o rastreamento de veículos de transporte público, proporcionando maior comodidade para os usuários desse sistema. Apesar de o custo constar como baixo, o valor pode subir ao considerar a implantação do sistema nas unidades de uma frota.

O projeto desenvolvido por Soares e Bora (2014) tem referência direta no uso da tecnologia embarcada na identificação de acidentes de trânsito com automóveis, utilizando para isso comunicação por SMS associado ao microcontrolador PIC. Porém, apenas as coordenadas são enviadas, sendo necessário inseri-las manualmente em um sistema de mapas.

O trabalho desenvolvido por Oliveira (2014) contempla a utilização da rede de telefonia GSM, com comunicação por SMS, para acionar uma carga elétrica à distância. O trabalho possui o menor custo entre os relacionados e apresenta uma solução genérica, podendo ser evoluída para automações mais específicas.

O dispositivo Spot (2015) é uma solução comercial, que utiliza comunicação por satélite para pedido de socorro ou apenas registrar uma trajetória no mapa, de forma que o recurso para pedido de socorro é feito manualmente.

2. Sistema Proposto

O sistema foi desenvolvido com base em um dispositivo microcontrolador, com a função de identificar padrões que caracterizam um acidente de trânsito, bem como informar a localização do acidente por meio de mensagens SMS. Toda a comunicação com o sistema utiliza um protocolo de comunicação que permite acessar as configurações do sistema. Sendo assim, ao

identificar uma inclinação acentuada associada a uma determinada velocidade, o sistema percorre os contatos armazenados e envia para cada um uma mensagem de texto, contendo a velocidade na hora do acidente e a localização geográfica. Na Figura 1 é apresentada a visão geral do sistema.

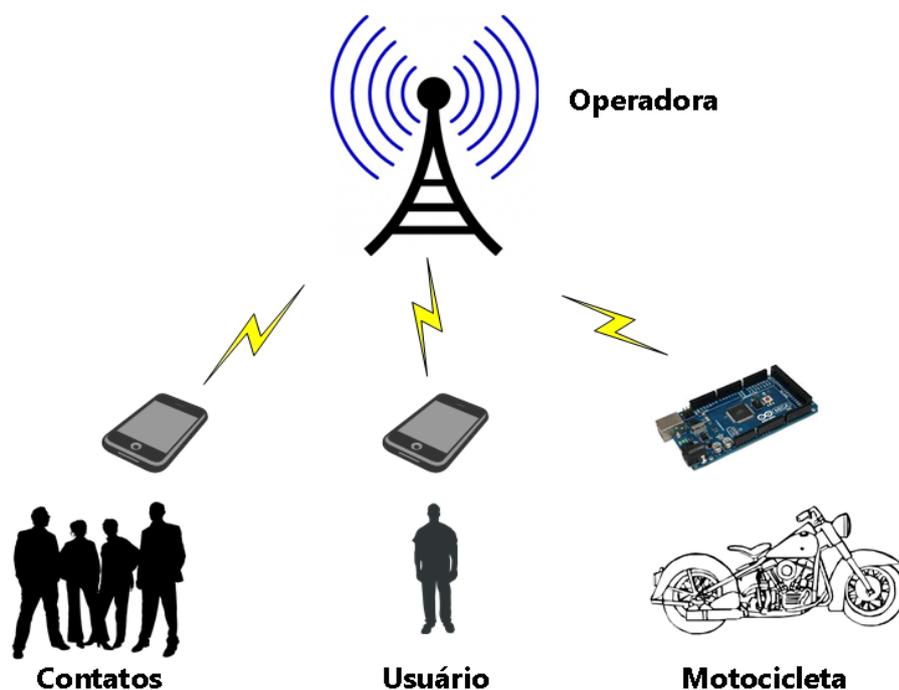


Figura 1. Visão geral

Além da detecção de acidente, o sistema possibilita ao usuário receber, a qualquer instante, a localização atual do veículo. Essa funcionalidade também utiliza a comunicação por mensagens do tipo SMS, contendo a velocidade e localização, e foi desenvolvida pensando no rastreamento e monitoramento do veículo no caso de furto.

A comunicação entre os dispositivos que interagem com o sistema é mantida pela operadora de telefonia móvel de cada integrante, a qual tem responsabilidade pelas mensagens SMS. Caso ocorrer alguma instabilidade que comprometa o envio ou recebimento de SMS, a mensagem será enviada somente quando o serviço da operadora for normalizado.

3. Funcionamento

O funcionamento do sistema é iniciado automaticamente assim que ligado a uma fonte de energia. A inicialização independe do usuário, porém as configurações iniciais devem ser feitas antes de o sistema entrar em operação. A configuração poderá ser realizada por meio de mensagens SMS provenientes do dispositivo móvel do usuário. A Figura 2 ilustra o esquema de funcionamento do sistema.

Na primeira vez que o sistema é iniciado, ainda não existem contatos cadastrados, sendo necessário o envio de comandos específicos para a inserção de novos contatos. No total, apenas sete destinatários podem ser inseridos, incluindo o usuário administrador. Isso é necessário para que todos os contatos existentes possam caber em apenas uma mensagem

SMS, que possui limite de 160 caracteres. Todos os dados do sistema, como senha e números de destinatários, são gravados na memória interna do microcontrolador. O sistema possui uma senha padrão, que permite a definição de um número de telefone administrador e alterações na configuração do protótipo, por meio do protocolo de comunicação.

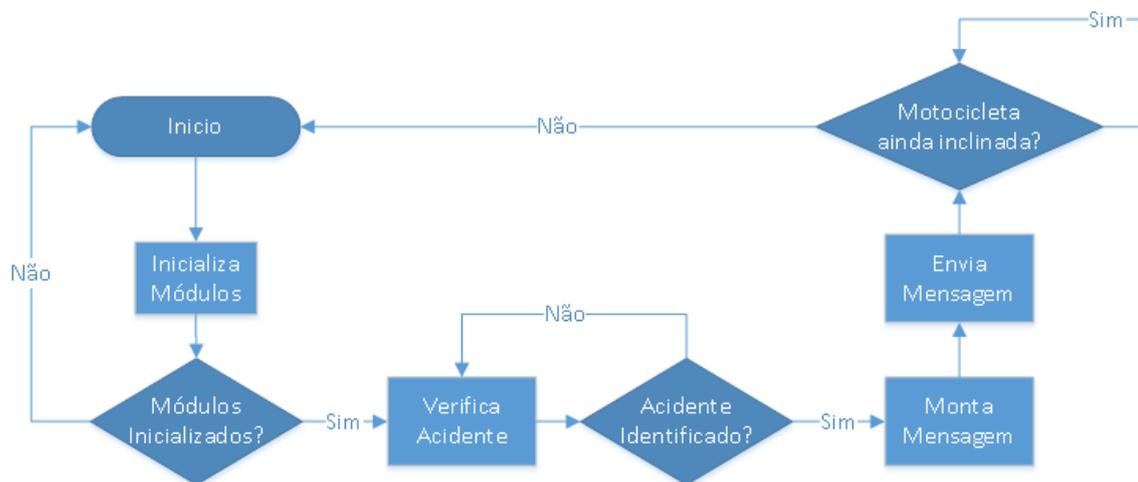


Figura 2. Esquema de funcionamento

O primeiro comando a ser enviado é o que define o usuário administrador. Após essa definição, é possível alterar a senha, solicitar a localização atual da motocicleta, saldo de crédito e também consultar, inserir e excluir os contatos cadastrados. O sistema estará totalmente funcional quando o usuário estiver definido ao menos um contato destinatário.

Uma vez o sistema configurado e a motocicleta em movimento, a velocidade e inclinação serão constantemente monitoradas. A inclinação é capturada pelo acelerômetro e comparada a um valor próximo de 90°, por esta razão é importante instalar o sistema de forma nivelada. A velocidade da motocicleta é capturada pelo GPS, com valores e sincronia próximos ao exibido pelo velocímetro da motocicleta. Em posse desses valores, é possível identificar quando a leitura do acelerômetro apresentar valores que indicam uma inclinação próxima do chão e velocidade acima da definida no sistema.

Com inclinação acentuada e velocidade acima da estipulada, o sistema classifica o evento como acidente de trânsito, dando início ao envio das notificações para os destinatários. Após o envio das notificações, o sistema interrompe as verificações até que a motocicleta seja nivelada novamente.

3.1 Comunicação

Para garantir a integridade dos dados cadastrados, foi implementado um protocolo de comunicação com sintaxe baseada em termos utilizados em terminais Linux. O protocolo padroniza as consultas e alterações no sistema, além de centralizar as ações realizadas apenas para administrador, assegurando que nenhum outro número possa modificar a lista de contatos. Todos os dados manipulados pelo protocolo são gravados na memória interna do microcontrolador e deve ser enviado apenas um comando por mensagem. O sistema reconhece os seguintes comandos recebidos por SMS:

- “su senha telefone”: define o número administrador, que terá a permissão de executar todos os comandos do sistema. Exemplo: “su 5251 4799999999”;
- “passwd senha_atual nova_senha”: altera a senha do administrador. Exemplo: “passwd 5291 9988”;
- “ls”: lista os números dos destinatários cadastrados. Antes de cada número, é exibido o índice que o mesmo ocupa na memória interna. Exemplo: “(0) 4799998888; (5) 4777776666”;
- “add telefone”: insere um novo destinatário. Exemplo: “add 4799998888”;
- “del índice”: exclui um destinatário existente com base no índice. Para saber o índice de um número é necessário o envio prévio do comando “ls”. Exemplo: “del 5”;
- “sal”: obtém o saldo atual de crédito. O sistema envia uma mensagem para a operadora solicitando o saldo e, quando a mensagem da operadora for recebida, encaminha a mesma para o usuário;
- “loc”: retorna a localização e velocidade da motocicleta para o usuário, independente da ocorrência de acidente;
- “not”: envia a mensagem da ocorrência de acidente para todos os destinatários, sem a identificação pelo sistema. O intuito do comando é informar sua localização mediante uma urgência que não seja um acidente detectado; e
- “help”: lista de comandos do protocolo de comunicação.

3.2 Desenvolvimento

Foi utilizado o kit de desenvolvimento Arduino Mega 2560 para o controle do sistema. Nessa plataforma, são executados os algoritmos de controle de destinatários, verificações dos sensores e acionamento dos atuadores utilizados no protótipo.

Para o envio e recepção de mensagens SMS optou-se pelo Shield GSM SIM900, da fabricante Elecfreaks. Sua integração ao protótipo foi dada com o auxílio da biblioteca `GSM_shield`, desenvolvida pela Open Eletronics (2015). O uso da biblioteca permitiu abstrair os comandos de leitura e envio de mensagens.

Para captar a velocidade e as coordenadas geográficas, foi utilizado o Shield GPS REB-4216, da RoyalTek. O módulo possui rápida inicialização e uma antena de cerâmica com base magnética ligada a um cabo de três metros. Também possui suporte a armazenamento em cartão de memória micro SD, embora esse recurso não tenha sido utilizado. Os dados gerados pelo GPS foram acessados com o auxílio da biblioteca `TinyGPSPlus`, desenvolvida pela Arduiniana (2015). A biblioteca abstrai as principais funções usadas no projeto.

Para capturar o grau de inclinação da motocicleta, foi utilizado o Shield acelerômetro ADXL 345 juntamente com a biblioteca `Wire`, disponível no ambiente de programação do Arduino.

O valor total investido na aquisição dos Shields foi de aproximadamente R\$ 428,00. Todos os componentes empregados no protótipo são apresentados na Figura 3.

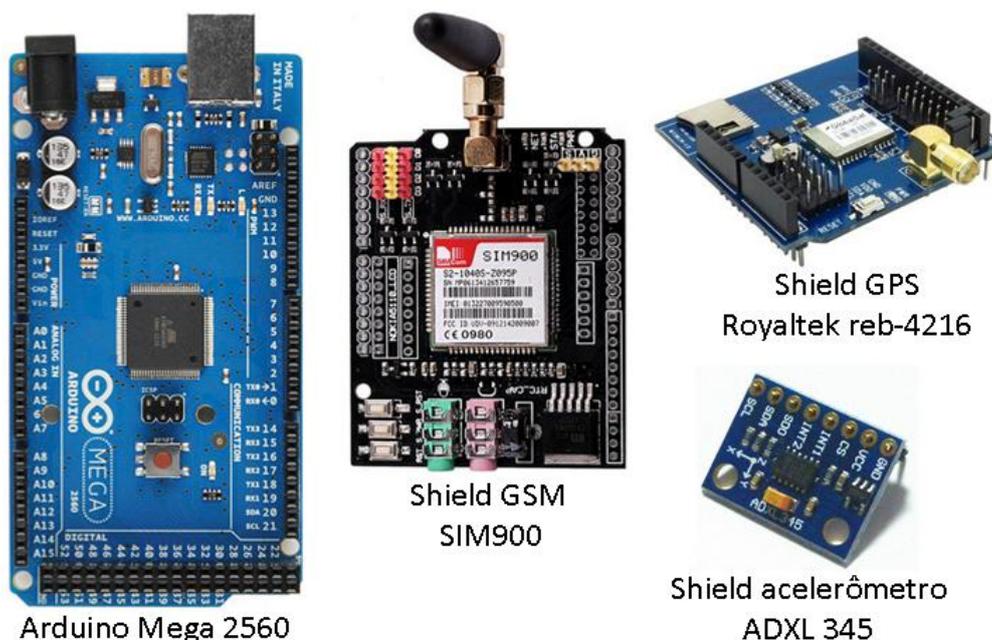


Figura 3. Componentes utilizados no projeto

4. Experimento

Para ser possível identificar um acidente de motocicleta é necessário que o sistema embarcado esteja acoplado ao veículo. Porém, não existem muitos lugares onde um dispositivo dessa natureza possa ser instalado sem permanecer visível ou sem chamar a atenção de um observador. Dessa forma, em se tratando de motocicletas, o lugar mais apropriado é embaixo do banco do piloto, onde apenas o motociclista tem acesso seguro e protegido do clima, podendo ser alimentado eletricamente pela bateria do veículo.

Para validar o protótipo os testes foram realizados utilizando um automóvel, por razões de segurança. Com o veículo em movimento, foram aplicadas inclinações no protótipo em mãos e simuladas situações de inclinação acima da velocidade limite estipulada (30 km/h), esta definida em nível de código. Durante os testes, o protótipo foi alimentado por um adaptador ligado ao painel do automóvel. O adaptador permitiu realizar os testes dentro do veículo, sendo necessário apenas inclinar o protótipo enquanto o automóvel se movia. Todas as principais condições de geração de um acidente com motocicleta foram respeitadas durante a validação.

Para acompanhar o processo de recepção e envio das mensagens SMS, foi utilizado um computador pessoal ligado à porta serial do Arduino. Com isso, foi possível acompanhar o valor das variáveis do sistema em uma situação de acidente. O teste foi

realizado com uma velocidade média de 50 km/h, típica de um centro urbano. A lista de contatos possuía três destinatários cadastrados, cada um com um sistema operacional móvel diferente.

A Figura 4 ilustra um possível compartimento de uma motocicleta, que apresenta condições ideais de instalação, mesmo em nível de protótipo.

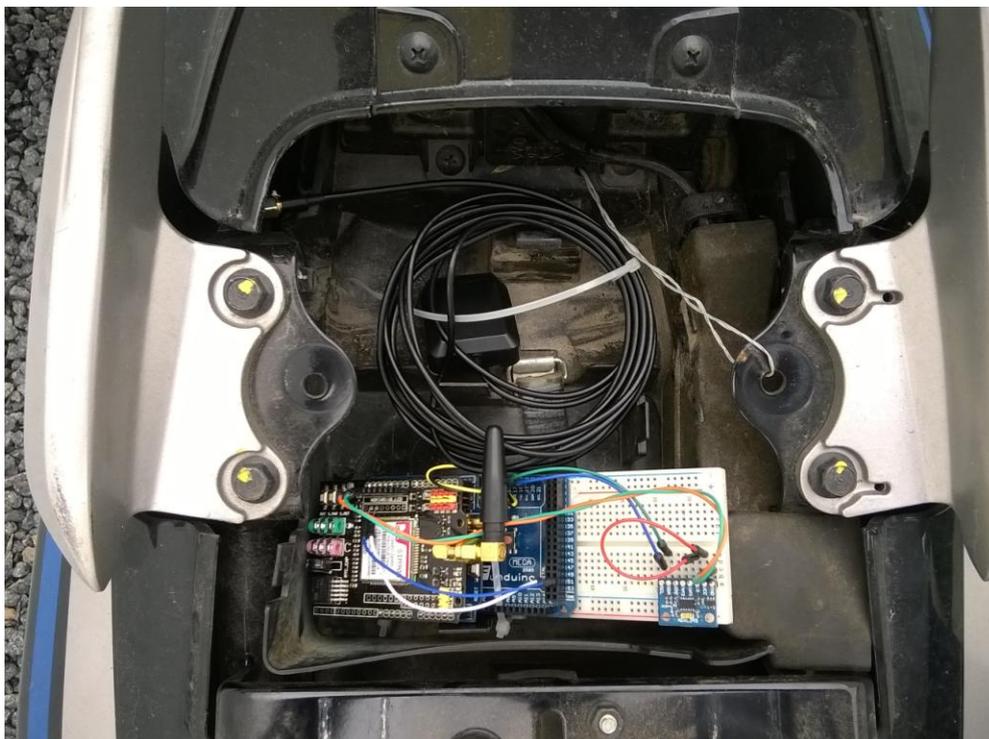


Figura 4. Local de instalação do sistema

Para integrar os componentes do projeto, foi necessário o uso de uma placa de prototipação. Seu uso facilitou a integração com o módulo acelerômetro e a estabilização durante os testes de validação. A integração dos componentes usados no projeto pode ser observada na Figura 5.

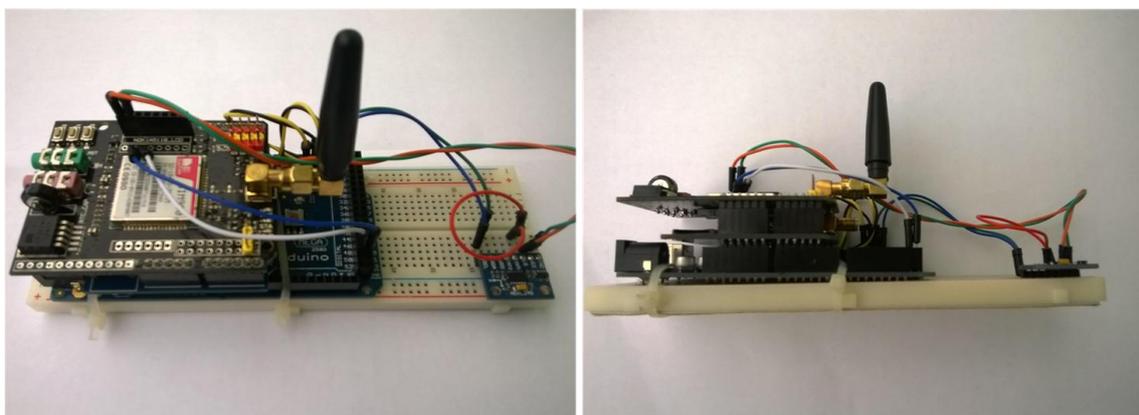


Figura 5. Integração dos componentes

5. Resultados

Simulando uma condição normal de uso do protótipo, o sistema foi alimentado com tensão de 9V, proveniente do adaptador de energia do automóvel. Dessa forma, o sistema se comportou de maneira satisfatória, realizando os envios das mensagens após uma situação fictícia de acidente. Na Figura 6 é apresentada a notificação de acidente enviada pelo sistema.

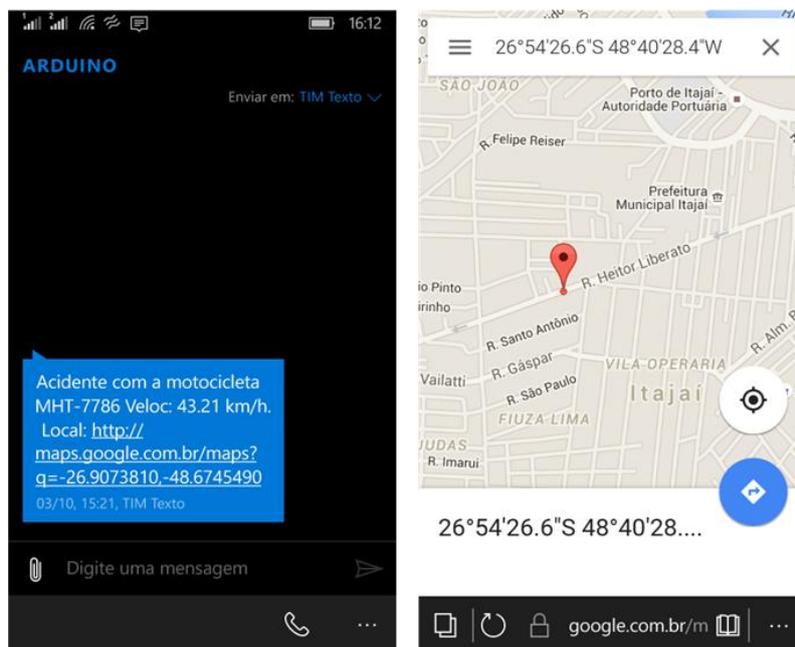


Figura 6. Notificação de acidente

Também foi validado o envio da mensagem "loc", a fim de obter a velocidade e coordenadas geográficas mesmo sem a incidência de um acidente. A Figura 7 apresenta a URL recebida e a localização em um aplicativo de mapas.

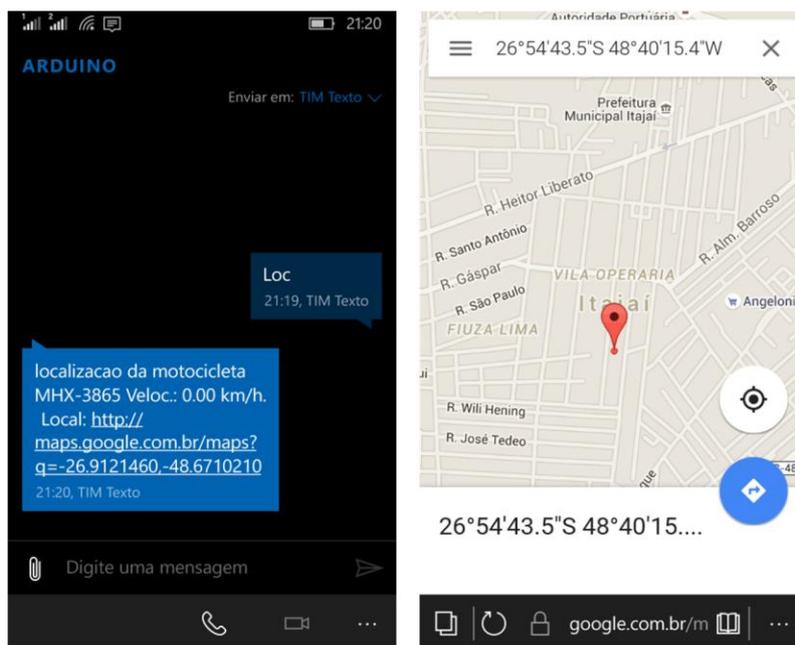


Figura 7. Localização da motocicleta

5. Testes

Foram realizados testes de validação de envio e recepção de mensagens. Durante os testes, foi identificado atraso no envio por conta da operadora de telefonia móvel. Dentre os testes efetuados, os que cabem ressaltar foram:

- **Teste de protocolo de comunicação**
Descrição: Executar todos os comandos definidos pelo protocolo de mensagens.
Resultados: Todos os comandos foram executados.
Problemas observados: Foi observado que o comando “loc”, ao ser executado pela segunda vez em curto período de tempo, não retorna a mensagem solicitada. O problema não ocorre quando a solicitação é realizada com período superior a 5 minutos entre cada solicitação.
- **Teste de envio para diferentes sistemas operacionais**
Descrição: Realizar todas as operações de cadastros de destinatários e envio de notificações.
Resultados: Todos os destinatários cadastrados receberam as mensagens, independente do sistema utilizado.
Problemas observados: Foi observado que o sistema operacional Windows Phone apresentou uma latência maior ao abrir a mensagem principal do SMS que contém as coordenadas geográficas. Este problema não foi identificado no sistema Android e iOS.
- **Teste de reenvio de notificações de acidente**
Descrição: Simular um acidente seguido de outro, em um curto período de tempo.
Resultados: No segundo envio, o sistema não foi capaz de notificar o usuário.
Problemas observados: Ao realizar o envio de uma segunda notificação de acidente em um curto período de tempo, o sistema não foi capaz de realizar os envios. O reenvio foi possível apenas depois de um período de tempo superior a 5 minutos.
- **Testes com alta velocidade**
Descrição: Simular acidente com velocidade superior a 70 km/h.
Resultados: Todos os destinatários cadastrados receberam as mensagens.
Problemas observados: Ao atingir velocidade próxima a 70 km/h, o módulo acelerômetro apresentou comportamento instável, ocasionando em envios constantes de notificações enquanto a velocidade não fosse reduzida.

6. Conclusões

O sistema desenvolvido envolve tecnologias de fácil acesso e implementação, com objetivo de elaborar um sistema de custo viável que propicie o rápido resgate da vítima de um acidente de trânsito com motocicleta. Explorando a infraestrutura já existente e adotada pelas operadoras de telefonia móvel, este sistema possibilita informar a localização de um acidente por meio de SMS, tirando proveito da cobertura oferecida pelas operadoras.

A solução apresentada utilizou informações de localização medida por sensores GPS, bem como dados de inclinação proveniente de acelerômetro para compor mensagens e realizar a comunicação. Para a comunicação com o sistema, foi criado um protocolo para o

gerenciamento das configurações da solução, tornando possível qualquer dispositivo móvel interagir com o sistema. O Arduino foi adotado neste projeto devido à familiaridade que os pesquisadores da qual esta pesquisa está inserida possuem com essa plataforma.

Finalmente, cabe salientar que o sistema foi testado e demonstrou ser funcional em nível de protótipo. Como sugestão para trabalhos futuros, fica a correção das leituras feitas pelo acelerômetro em velocidades elevadas, inclusão de fonte de energia auxiliar, estrutura de proteção física do protótipo, parametrização da velocidade mínima por meio do protocolo de comunicação e o reenvio das notificações com a locação geográfica. Sugere-se também a utilização de outros meios de comunicação, como satélite e internet celular móvel, para a utilização do sistema.

Referências

- ARDUINIANA. A *NEW* Full-featured GPS/NMEA Parser for Arduino. Arduiniana, 2015. Disponível em: <<http://arduiniana.org/libraries/tinygpsplus/>>. Acesso em: 20 outubro 2015.
- FRADEN, Jacob. Handbook of Modern Sensors: Physics, Designs, and Applications. New York Springer, 2010.
- NAGY, Renato de O.; LIMA, Diogo V.; RAMOS, Ricardo R. de C.; GUEDE, José R. A.; Sistema de Rastreamento de Veículo de Transporte Público via SMS. 2008. Disponível em: <http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2008/anais/arquivosINIC/INIC0392_01_A.pdf>. Acesso em: 12 outubro 2015.
- OLIVEIRA, D. R. Automação residencial de baixo custo e comunicação via rede telefônica. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências da Computação) – Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar, Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí.
- OPEN-ELECTRONICS. Arduino GSM shield. Open-Electronics, 2015. Disponível em: <<http://www.open-electronics.org/arduino-gsm-shield/>>. Acesso em: 20 outubro 2015.
- RAPPAPORT, T.S. Comunicação Sem Fio: Princípios e Práticas. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.
- SOARES, Alex Rodrigues; BORBA, Jorge L. P. Desenvolvimento do Protótipo de Sistema Sensor Microcontrolado de Acidente Automotivo Via Tecnologia PGS e GSM. 2014. Disponível em <<http://www.revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Cippus/article/view/889>>. Acesso em: 12 outubro 2015.
- SPOT. O que é Spot. 2015. Disponível em: <<http://www.spot.inf.br/page1.aspx>>. Acesso em: 12 outubro 2015.
- WEISER, M. The Computer for the 21st Century. Scientific American, p. 94-104, Julho 1991.