

**DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO DE SISTEMA  
SENSOR MICROCONTROLADO DE ACIDENTE AUTOMOTIVO  
VIA TECNOLOGIA GPS E GSM**

**Alex Rodrigues Soares**  
alex.r.soares@bol.com.br

**Jorge Luis Plácido de Borba**  
jlborba@feevale.br

**RESUMO**

O presente Trabalho apresenta o estudo e desenvolvimento de um sistema sensor protótipo microcontrolado, para detecção de impactos em acidentes de trânsito de veículos automotores, desta forma este Sistema comunica-se com o pronto atendimento, informando sua localização. Relata pesquisas de materiais, tecnologias e técnicas utilizadas. Estuda microcontroladores, acelerômetros, sistemas globais de posicionamento e comunicação móvel, encontrados no mercado para desenvolvimento da parte física do Sistema. Empregam dispositivos e materiais essenciais para aquisição dos dados detectados, por ocasião do impacto. Também apresenta a interconexão dos dispositivos do Sistema e respectivo Software para a integração do mesmo, por meio de um microcontrolador. O Sistema Protótipo desenvolvido é testado e validado em laboratório e em campo para condições normais, visando corrigir não conformidades.

**Palavras-Chave:** Acelerômetro, Microcontrolador, Sistema de Comunicação Móvel, Sistema de Posicionamento Global.

**ABSTRACT**

*This Paper presents the study and development of a prototype of microcontrolled sensor system to detecting impacts in traffic accidents of motor vehicles, so this system communicates with the emergency, informing your location. Reporting researchs of materials, technologies and techniques used. Studying microcontrollers, accelerometers, global positioning systems and mobile communications, found in the market for the physical development of the system. Using devices and materials, essential for the data acquisition detected during the impact. It also shows the interconnection of system devices and its software for integration through a microcontroller. The prototype system is tested and*

*validated in laboratory and in field to normal conditions, in order to correct non-conformities.*

**Keywords:** *Accelerometer, Microcontroller, Mobile Communication System, Global Positioning System.*

## 1 INTRODUÇÃO

Ao refletir sobre os avanços tecnológicos que norteiam nossa sociedade, vemos que nunca a humanidade viveu um período de evolução tão impactante. A fim de melhorar a qualidade de vida, o ser humano busca cada vez mais agilizar e facilitar suas ações cotidianas. Basta sair às ruas para observar a existência destes novos comportamentos, aparência de estar sempre atrasados para um compromisso ou outro, tudo por conta de uma "melhor" qualidade de vida. Entretanto, mesmo a tecnologia avançando em ritmo acelerado, acaba não atendendo todas as necessidades da sociedade moderna, como a presença de riscos à saúde.

Percebendo a quantidade de automóveis utilizados no transporte de pessoas que se deslocam todos os dias nos grandes centros do nosso país e o número excessivo de acidentes e vítimas, principalmente quando não recebem socorro imediato por falta de comunicação com os serviços de emergência.

Neste trabalho, após análise de pesquisas (juntamente com os professores Jorge Borba e Delfin Torok) realizadas pelos colegas Álison Silveira da Silva e Luis Antonio Weber Filho, verifica-se a possibilidade de implementação de um novo instrumento ou uma nova alternativa no que se refere à solicitação dos serviços de pronto atendimento de urgência.

Este trabalho tem como objetivo principal, desenvolver e implementar um dispositivo protótipo microcontrolado, para detecção de impactos de grande proporção em veículos automotores e comunicar-se com o socorro informando sua localização. Os objetivos específicos são o estudo e aplicação dos microcontroladores da Microchip e dispositivos periféricos embutidos necessários para a realização do projeto. Estudo e desenvolvimento de aplicação a um Acelerômetro; estudos e aplicação de um Sistema Global de Posicionamento; estudo e aplicação de um Sistema Global para Comunicação Móvel; desenvolvimento do circuito em protobord; desenvolvimento do programa de controle do protótipo, em linguagem C, para realizar a comunicação de dados de entrada e saída, enviando os dados para o display e apresentação do projeto para a banca avaliadora.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este Protótipo foi desenvolvido a partir das necessidades de comunicação das pessoas em situações de criticidade e pânico, onde se tenta trazer para uma realidade a tecnologia já existente às classes com menor poder aquisitivo, que também necessitam e, no entanto não podem, pelos altos custos, desfrutar de mais uma opção de segurança e comodidade.

O desenvolvimento do protótipo é composto de duas partes: o hardware onde é desenvolvido a parte física, e o software no qual é feita a programação do DSPIC. Os itens que seguem neste capítulo visam abordar de forma teórica os tópicos presentes neste Trabalho, para isso é necessário pesquisar de forma ampla e adequada, os componentes que se enquadrem adequadamente para cada desafio encontrado.

### 2.1 Acidentes Automobilísticos

Os números relativos à acidentalidade nas rodovias no Rio Grande do Sul em 2010 preocupam, pois a frota circulante nas Rodovias do Estado passou de 4.417.646 veículos registrados em dezembro de 2009, no DETRAN para 4.709.614 veículos registrados em dezembro de 2010, ou seja, um acréscimo de 6,61%. Com relação ao número de acidentes, em 2010 foram registrados 11.939, 16,6% superiores a 2009. Com relação às vítimas fatais em 2010, foram 525, 21,53% superiores as de 2009, indicando que medidas preventivas devam ser adotadas em especial com relação aos acidentes onde ocorrem vítimas fatais. (DAER-RS, 2011)

Outro fator importante a ser analisado refere-se aos custos sociais gerados por acidentes de trânsito em rodovias do Estado, somado somente as perdas de vidas, já se justificam toda e qualquer medida de Governo na educação, fiscalização, sinalização e manutenção das rodovias, além de inúmeros programas de prevenção e segurança para que esses números sejam reduzidos.

Considerando o ano de 2009 o custo social decorrente de acidentes de trânsito corresponde a mais de quatrocentos milhões de reais, que correspondeu a 175,5% do orçamento disponibilizado ao DAER para investimento em rodovias naquele ano. Pode-se concluir que os gastos para remediar esta situação é quase o dobro do recurso disponibilizado para investimentos em rodovias do Estado. (DAER-RS, 2011)

## 2.2 Sistema de Posicionamento Global

O Sistema de Posicionamento Global (GPS) do inglês Global Positioning System foi desenvolvido primeiramente para fins militares pelo departamento de Defesa dos Estados Unidos da América, onde visava proporcionar estimativas mais precisas de posição, velocidade e tempo.

Para o uso civil foi liberado após alguns anos, sendo que os usuários receberiam os sinais com restrições e degradações propositais, interferindo assim na veracidade dos dados obtidos. Estas interferências na acuracidade das estimativas, conhecida como *Anti-Spoofing* (AS) e a *Selective Availability* (SA), que visa o resguardo da segurança Americana. Com a desativação da SA em Maio de 2000 o nível de veracidade do sinal melhorou consideravelmente, o que fez com que as aplicações no âmbito civil carecessem de uma maneira vertiginosa, principalmente em áreas como: de transportes; aviação; levantamento e mapeamento de terrenos; agricultura; ecologia entre outras (WELLENHOF, 1997).

O Sistema de Posicionamento Global pode ser definido como um conjunto de satélites transmitindo continuamente sua posição para qualquer local da superfície terrestre ou próximo a ela. A distância de um satélite a um receptor na Terra é estabelecida medindo-se o tempo de transmissão do sinal de rádio, deste até o receptor. Esta distância entre satélite e receptor é chamada de Pseudo-Distância.

Com a criação deste sistema é permitido ao usuário em qualquer local da superfície terrestre ou próximo a ela, tenha à sua disposição no mínimo quatro satélites para serem rastreados, conforme ilustrado na Figura 1.1, possibilitando posicionamento em três dimensões (x,y,z).

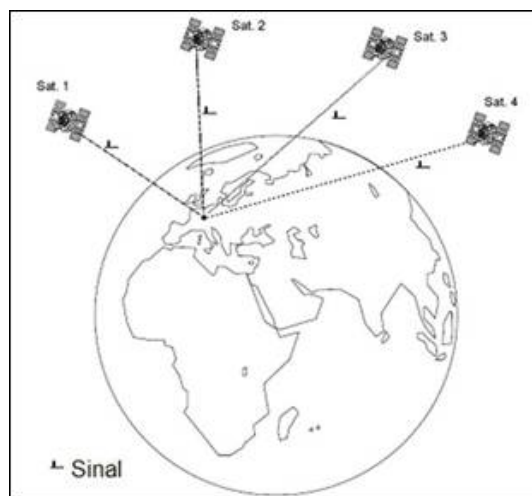


Figura 1 – Localização de um ponto na superfície terrestre.

Fonte – Adaptada pelo Autor

### 2.3 Micro Receptor do Sistema de Posicionamento Global

Para desenvolvimento deste trabalho será utilizado o Micro Receptor de sinais GPS GT-320RW, fabricado pela empresa Unitraq International Corp, situada em Taiwan, e distribuído no Brasil pela empresa Tato Equipamentos Eletrônico, situado na cidade de São Paulo. Este Micro Receptor incorpora um circuito completo de recepção e decodificação de sinais dos satélites do sistema GPS, e destina-se a integradores e fabricantes de equipamentos que necessitem a função de localização espacial em seus projetos.

O módulo GT-320RW foi desenvolvido para rastrear continuamente todos os satélites em linha de visada e apresentar um bom desempenho, mesmo dentro de grandes centros urbanos onde edifícios limitam a vista do céu. Segundo o fabricante o consumo de corrente é baixo, menos de 45 mA, sendo o mesmo apropriado para aplicações de: Navegação pessoal; Navegação de veículos; Função Tracking.

### 2.4 Microcontrolador

Um microcontrolador (também denominado MCU) é um computador em um chip, contendo um processador, memória e periféricos de entrada e saída. É um microprocessador que pode ser programado para funções específicas, em contraste com outros microprocessadores de propósito gerais (como utilizados em PC's). Eles são embarcados no interior de algum outro dispositivo, onde possam controlar as funções ou ações do produto. Podendo ser chamado, portanto de controlador embutido.

Os microcontroladores se diferenciam dos processadores, pois além dos componentes lógicos e aritméticos usuais de um microprocessador de uso geral, o microcontrolador integra elementos adicionais em sua estrutura interna, como memória de leitura e escrita para armazenamento de dados, memória somente de leitura para armazenamento de programas, EEPROM para armazenamento permanente de dados, dispositivos periféricos como conversores analógicos e digitais (ADC), conversores digitais e analógicos (DAC) e interfaces de entrada e saída de dados.

Com frequências de clock de poucos MHz (*Megahertz*) ou talvez menos, os microcontroladores operam a uma frequência muito baixa se comparados com os microprocessadores atuais, no entanto são adequados para a maioria das aplicações usuais como, por exemplo, controlar uma máquina de lavar roupas ou uma esteira de chão de fábrica. O seu consumo em geral é relativamente pequeno, normalmente na casa dos

miliwatts e possuem geralmente habilidade para entrar em modo de espera (*Sleep*) aguardando por uma interrupção ou evento externo, como o acionamento de uma tecla, ou um sinal que chega via uma interface de dados. O consumo destes microcontroladores em modo de espera pode chegar à casa dos nanowatts, tornando-os ideais para aplicações onde a exigência de baixo consumo de energia é um fator decisivo para o sucesso do projeto (MULLER, 2011).

De forma oposta aos microprocessadores, onde se superdimensionar ao máximo tendo como limite o preço que o usuário deseja investir, a escolha do mesmo é feita por seu projetista onde super dimensionar se torna um erro. Cada desperdício será multiplicado pelo número de equipamentos fabricados (às vezes milhões). Por isso existem duas linhas de pesquisa paralelas, mas opostas uma criando microcontroladores mais capazes, para atender produtos de mais tecnologia como os novos celulares ou receptores de TV digital e outra para criar microcontroladores mais simples e baratos, para aplicações elementares.

## 2.5 Módulo do Sistema Global para Comunicações Móveis

Projetado para o mercado de telefonia mundial, o módulo SIM340DZ é um circuito GSM/GPRS Quad band que trabalha nas frequências GSM 850Mhz, EGSM 900Mhz, DCS 1800Mhz e PCS 1900Mhz. Possui uma configuração externa pequena de 33mm x 33mm x 3mm, o SIM340DZ onde se pode ajustar facilmente, a quase todos espaços requeridos em suas aplicações como: Smartfone, PDA fone, Telefone Veicular, Wireless PSTN e outros dispositivos móveis.

O encapsulamento do hardware apresenta 48 pinos, sendo destes, 9 de GND, e 2 de bateria, 1 pino programável para propósito geral, pinos de serial e depuração (debug), que podem ajudar no desenvolvimento de aplicações, possui também canais de entrada e saída de áudio. O módulo SIM340DZ possui dispositivo interno para controle da carga de bateria e também fornece interface de antena de RF, sendo que a mesma deve estar localizada na placa do módulo e conectada diretamente ao módulo. A impedância da Antena deve ser de um valor em torno de  $50\Omega$ . O módulo possui modo de economia de energia, enquanto não está comunicando, a corrente consumida é próxima a 2,5 mA.

O módulo integra o protocolo TCP/IP, o qual pode ser usado para aplicações de transferência de dados. A Figura 1.7 ilustra o módulo GSM SIM340DZ (SIMCOM, 2009).



**Figura 2 – Módulo GSM SIM340DZ.**  
Fonte – Simcom (2011)

## 2.6 Acelerômetro

Seguindo a primeira lei de Newton onde sabemos que todo corpo permanece em repouso até que alguma força externa aja sobre ele. No entanto a segunda lei define a força aplicada como o produto da massa do corpo pela sua aceleração. Logo, medindo a aceleração aplicada sobre um corpo e seu peso, é possível determinar a força aplicada sobre ele. Um acelerômetro nada mais é que um instrumento capaz de medir esta aceleração sobre objetos. Diferentemente de posicionar diversos dinamômetros em lugares diferentes do objeto, um único acelerômetro é capaz de calcular qualquer força exercida sobre ele.

Para exemplificar e facilitar entendimento pode visualizar o seu princípio de funcionamento se imaginar um copo com água até a sua metade. Se colocarmos o copo sobre uma superfície plana e empurrarmos para frente, notamos que a água se move. Quanto mais forte for o movimento, mais a água oscila. O acelerômetro tem a função de medir estes movimentos, através do ângulo que o líquido forma em relação ao seu estado original e através dele fornece-nos a aceleração que foi aplicada ao copo. Outro exemplo que podemos citar são os iPhones, porém mesmo que você se disponha a quebrá-lo, não será possível encontrar nenhum líquido vazando do seu interior, isto porque os acelerômetros para aparelhos eletrônicos são compostos por molas de silício e corrente elétrica. Ao invés de medir o ângulo formado pela água do copo, as molas registram a oscilação na corrente elétrica para assim registrar os dados.

A indústria automobilística nos proporcionou uma grande redução de custos do instrumento devido ao seu uso em larga escala. Nos carros, o acelerômetro exerce uma importante função ao controle de estabilidade ao calcular as forças em que o veículo está sendo submetido, além de mais barato, o instrumento ocupa dimensões muito pequenas.

Para este projeto foi usado o pequeno acelerômetro da Freescale, o MMA7341L. É um acelerômetro de 3-eixos, isto é, consegue detectar acelerações em três direções X, Y e Z. O mesmo possui condicionamento de sinal, filtro passa-baixa, compensação de temperatura, auto-teste, e g-Select que permite a seleção entre duas sensibilidades. O zero-g offset e sensibilidade são de fábrica e não necessitam de dispositivos externos. Inclui modo de espera, que o torna ideal para alimentação com bateria eletrônica.

Características destacadas neste projeto são: possui dimensional 3mmx5mmx1mm; baixo consumo de corrente: 400 mA; Modo Sleep de 3mA; Operação de Baixa Tensão: 2,2 V - 3,6 V; Sensibilidade selecionável ( $\pm 3g$ ,  $\pm 11g$ ); Ligue Rápido On Time (0,5 ms Tempo de resposta Enable); Auto teste Freefall Diagnóstico Detect; Condicionamento de sinal com filtro passa-baixo; Design robusto, resistente a choques; possui baixo custo.

Suas principais aplicações são em jogos em 3D: Sensoriamento Tilt e Movimento, registrador de eventos; PC Laptop: Detecção Freefall, Anti-Theft; Telefone celular: Estabilizadora de imagem, deslocamento de texto; Pedômetro: sensor de movimento; PDA: Scroll de Robótica.

### 3 METODOLOGIA

Este trabalho se desenvolveu com características de um protótipo, sua conclusão se deu logo após as etapas de fundamentação teórica e desenvolvimento. O Protótipo foi testado e tem suas rotinas validadas. Os testes foram realizados nas dependências da Universidade Feevale e principalmente nos laboratórios do curso de Engenharia Eletrônica. A filosofia adotada para realização dos testes seguiu o diagrama de blocos utilizado para execução do trabalho, ou seja, cada bloco era implementado e validado com um algoritmo que verificava seu funcionamento. Também foram realizadas medidas a fim de verificar a calibração dos instrumentos como pode ser visto ao longo deste capítulo. Sabe-se que nem todos os testes que simulariam as reais condições onde o equipamento pode ser submetido foram realizados devido a grande complexidade de se simular tais condições, como exemplo podemos citar exposição em temperatura elevada, umidade, atmosfera corrosiva e situações mais extrema como um colisão com veículos automotores. No desenvolvimento deste projeto apresentaram-se vários e inesperados problemas, e a cada nova solução, novos conhecimentos foram adquiridos.



### 3.1 Bloco - GPS

Os primeiros ensaios realizados visavam verificar calibração do GPS utilizado. Pode-se notar inicialmente que o módulo sob ensaio apresentava carência em seu sinal, oscilando a sua comunicação com o satélite quando ligado sobre a bancada do laboratório 312 do prédio Verde da Universidade Feevale. Esta oscilação de comunicação foi facilmente esclarecida devido ao local onde o módulo estava sendo ensaiada, esta sala possui uma infinidade de estruturas que podem influenciar na atenuação do sinal recebido e devido ao fato do dispositivo possuir uma antena integrada de baixo ganho. Já com estas simples conclusões se podem determinar algumas condições de contorno e limites de operações para o projeto.

Com isso constatou-se a necessidade de realização de novas leituras em locais desobstruídos. Desta forma realizaram-se leituras de posição em pontos pré-determinados no estacionamento do campus II da Universidade Feevale. Após as leituras com o GPS utilizado no projeto, as posições lidas, foram validadas com os valores encontrados pelo GPS Geodésico de Precisão de dupla frequência, equipamento do laboratório de Geoprocessamento da universidade. No ano de 2007 o mesmo laboratório implantou um total de oito marcos materializados em locais estratégicos, amarrados em pontos da Rede Manfra de Estações GPS de monitoramento contínuo homologado pelo IBGE para transporte de Coordenadas geodésicas, conforme ilustrado na Figura 3.1 (SILVA, 2008).



Figura 3 – GPS de precisão sobre marco FEEVALE 03.  
Fonte – Adaptada por Silva, 2008

Com estas informações foi posicionado o protótipo sob o marco Feevale 03, (Figura 3.2) desta forma, pode-se comparar a coordenada conhecida com a coordenada obtida pelo

GPS utilizado no protótipo.

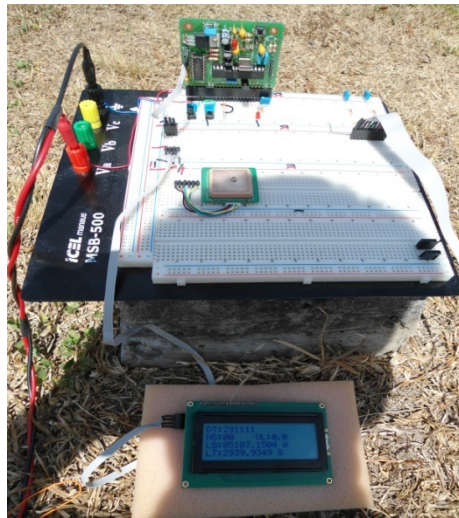


Figura 4 – Protótipo sobre Feevale 03  
Fonte – Autor (2011)

O Protótipo ficou posicionado sobre o marco Feevale 03 aproximadamente cinco minutos recebendo informações dos satélites, tempo necessário para apresentação da posição com valores confiáveis. As informações foram visualizadas no display e comparadas com as informações anteriormente registradas pelo laboratório de Geoprocessamento. As seguintes informações foram capturadas como: Data (DT), Número de satélite (NS), Velocidade (VL), Latitude (LT) e Longitude (LG).

As coordenadas de Latitude e Longitude recebidas pelo Protótipo foram 2939.9349 "S" e 05107.1504 "W" respectivamente. No entanto deseja-se obter as coordenadas em graus decimais (AA.AAAAAA°), facilitando assim sua utilização. Para obtenção das coordenadas em graus decimais é necessária fazer uma conversão dos valores de minuto e segundo, onde se faz a divisão destes valores por sessenta, obtendo assim, as coordenadas em graus decimais.

Comparou-se a diferença de posicionamento entre o Protótipo e o ponto FEEVALE 03, e obteve-se uma diferença no posicionamento de aproximadamente de cinco metros. De posse destes resultados analisa-se que os testes em campo forneceram informações suficientemente acuradas para validar o Protótipo, sendo que o mesmo atende as expectativas e especificações para um receptor GPS de navegação. Portanto o GPS escolhido esta validade e pode ser utilizado como indicação de posição no protótipo.

### 3.2 Bloco – Acelerômetro

O segundo bloco que foi validado é o que contém o Acelerômetro, tais testes de validação foram realizados no Laboratório de Engenharia Eletrônica e também em um veículo automotor convencional. Para este ensaio, o algoritmo inicializava as variáveis de posição (x, y, z) com os valores iguais a zero, ou seja, qualquer movimento no dispositivo, após este ajuste, seria detectado sem se ter outra influência, com exceção do eixo z onde a força da gravidade atua constantemente. Os valores apresentados abaixo foram adquiridos quando o Acelerômetro foi ligado, sendo que o mesmo se encontrava em repouso sobre a mesa de teste do laboratório o que gerou um valor de erro quase imperceptível, conforme podemos visualizar no trecho da programação abaixo.

```
unsigned int Xzerog; //2082-Valor referencia int. no eixo "X" D-direita e E-esquerda
```

```
unsigned int Yzerog; //2133-Valor referencia int. no eixo "Y" F-frente e C-costas
```

```
unsigned int Zzerog; //2514-Valor referencia int. no eixo "z" P-positivo e N-negativo
```

Para facilitar a leitura no display dos valores recebidos do Acelerômetro nos três eixos utilizaram-se as seguintes nomenclaturas:

Valores Positivos no eixo X indicam aceleração para a direita – letra D no display;

Valores Negativos no eixo X indicam aceleração para a esquerda – letra E no display;

Valores Positivos no eixo Y indicam aceleração para frente – letra F no display;

Valores Negativos no eixo Y indicam aceleração para as costas – letra C no display;

Valores Positivos no eixo Z indicam aceleração para cima – letra P no display;

Valores Negativos no eixo Z indicam aceleração para baixo – letra N no display;

Para um melhor entendimento da nomenclatura utilizada pode-se visualizar a Figura 3.3.



Figura 5 – Indicação de Zero mento dos eixos  
Fonte – Autor (2011)

A partir do ajuste de zero, consegue-se estipular os máximos valores alcançados em

cada eixo. Para se ter uma visualização do valor máximo, o algoritmo desenvolvido mantinha o último valor de máximo capturado, em todos os eixos, sendo este valor atualizado somente por outra aceleração de maior valor (situação usualmente conhecida como "pick hold"). No software, descrito abaixo, são indicados a esquerda do display conforme Figura 3.4. Estes valores máximos possuem a opção de zeramento quando acionado o botão 1 do Protótipo, fazendo com que os valores adquiridos sejam os mais exatos para cada ação que esta sendo monitorada.

```
unsigned int Maxde; //Valor maximo atingido no eixo X em D (direita) e E (esquerda)
```

```
unsigned int Maxfc; //Valor maximo atingido no eixo y em F (frente) e c (costas)
```

```
unsigned int Maxpn; //Valor maximo atingido no eixo z em p (positivo) e N (negativo)
```



Figura 6 – Visualização Valores Máximos dos eixos  
Fonte – Autor (2011)

Após fixação destes parâmetros realizados em laboratório, o sensor Acelerômetro foi alocado no veículo utilizado, juntamente com o restante do Protótipo para verificação e controle das informações obtidas. Na realização de testes práticos, onde o mesmo possui o objetivo de estimar os valores máximos em força "G" que um veículo automotor poderia alcançar, considerando condições normais e atendendo as determinações estipuladas pela legislação de trânsito. Os testes foram realizados em ruas e rodovias de uso habitual do autor, visando simular de uma maneira geral o cotidiano das pessoas.

Para isso foi adaptado conforme Figura 3.5 sobre o painel, a placa contendo o Acelerômetro, onde se buscava obtenção dos valores em força "G" mais reais possíveis, sem interferência de amortecimento de impactos em estofados e metais, como bancos e assoalho, pois os mesmos poderiam mascarar os resultados.

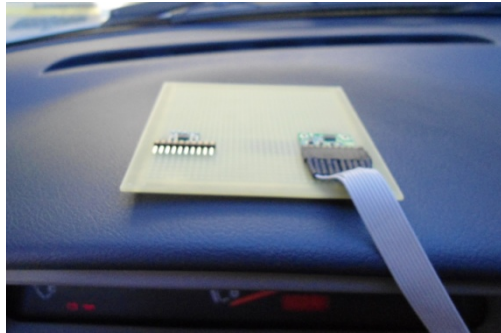


Figura 7 – Alocação do Acelerômetro no veículo.  
Fonte – Autor (2011)

O monitoramento foi realizado simultaneamente com as variações ocorridas no percurso realizado, conforme Figura 3.6.



Figura 8 – Monitoramento dos valores obtidos pelo Acelerômetro  
Fonte – Autor (2011)

Com isso conseguiu-se validar o instrumento, onde os testes em campo forneceram informações suficientemente para validar o segundo bloco do Protótipo e conseqüentemente estipularem os valores máximos que um veículo automotor poderá atingir em força "G" sem a ocorrência de impactos. Para tais valores poderemos considerar de forma experimental nos eixos X e Y força de 2G e para o eixo Z 3G.

### 3.3 Bloco – GSM

O Último bloco avaliado individualmente foi o módulo GSM. Sabe-se que a mesma dificuldade encontrada para recepção de sinal no módulo de GPS aplicasse para este módulo, uma vez que ambas dependem do meio onde estão instaladas para estabelecer comunicação (radiofrequência).

Definiu-se primeiramente na programação em linguagem C, que o sistema é composto do módulo GSM e DSPIC, onde se teve comunicação pelos pinos TX e RX viam configuração TTL. Os comandos estão sendo enviados com velocidade de 9600bps, onde se configurou a UART, para trabalhar com esta velocidade. O programa, durante a inicialização, envia um comando AT para configurar o módulo GSM para trabalhar a esta taxa. Caso a velocidade entre os módulos não seja a mesma, os mesmos podem ter problema de interpretação de símbolos.

A maior preocupação para a validação deste bloco é justamente a comunicação entre o módulo GSM e a Estação rádio base da operadora de telefonia celular. Para se verificar as situações de operação, o módulo GSM foi instalado em vários pontos dentro do carro onde era verificada a conexão com a operadora através da *Netlight*. Todos os pontos testados dentro do veículo validavam a conexão existente.

O último teste realizado foi executado após a integração e todos os blocos. Como cada bloco foi testado e validado, restou validar a integração e a comunicação entre as partes. Para isso, foi primeiramente estabelecido um valor de limiar de aceleração para os eixos. A idéia de limiarização era ter uma referencia do momento em que ele deveria acionar o DSPIC, ou seja, a partir de que valor de aceleração o processador iria coletar a informação de posição do GPS e acionar o módulo GSM para o envio do SMS com a mensagem determinada para o número de celular pré estabelecido.

O valor máximo estipulado em força G para iniciar todo o processo, ficou em 3G para todos os eixos, uma vez que, este valor de aceleração pode ser demonstrado e facilmente mensurado validando assim o conjunto final.

A Figura 3.7 abaixo apresenta a mensagem recebida no momento que o valor de limiar estabelecido foi ultrapassado.

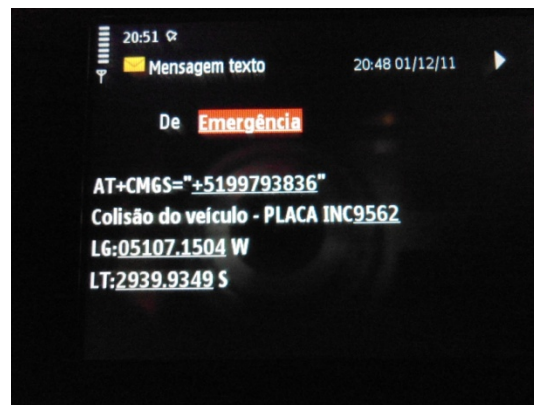


Figura 9 – Mensagem SMS recebida

Fonte – Autor (2011)

Portanto, com os ensaios realizados, pode-se afirmar que os blocos e o protótipo como um todo, atendem e funcionam corretamente para situações conhecidas.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a observação da forma como é acionado um serviço emergência/resgate em locais com pouca circulação de pessoas e veículos, verifica-se a possibilidade de automatização nessa área. Pensando nisto, o embasamento teórico deste trabalho sobre os temas de segurança, rastreamento e posicionamento global, fez-se necessário.

Para tal realiza-se então uma pesquisa com base nos modelos existentes através da literatura e trabalhos publicados referentes ao tema estudado. O Trabalho é desenvolvido ao longo deste semestre foi fruto de diversas conversas com professores, colegas, policiais rodoviários federais / estaduais e principalmente com os profissionais da saúde que prestam os primeiros socorros. O trabalho foi dividido basicamente em três grandes grupos, a Fundamentação teórica, o Desenvolvimento do protótipo e por fim, Testes e validações. Esta divisão visou um melhor entendimento do projeto, pois o trabalho desta forma é apresentado de forma cronológica, finalizando no dispositivo validado.

O primeiro capítulo pode ser considerado plenamente satisfatório, pois se deteve exatamente na fundamentação teórica e na busca de informações de relevância técnica a respeito dos componentes e dispositivos utilizados. Dentro destes estão: Microcontrolador, Módulo de GPS, Módulo GSM, Acelerômetro, entre outros.

Seguindo esta linha de raciocínio, o capítulo seguinte descreveu o desenvolvimento do Protótipo, o mesmo obteve seus objetivos plenamente atingidos, pois descreve de forma mais técnica o método utilizado para a integração de todos os conhecimentos adquiridos no Capítulo anterior. Para toda implementação, o algoritmo era ajustado e desta forma ia acompanhando o crescimento do trabalho.

Visando uma melhor compreensão da rotina descrita em C, diversas linhas possuem comentários na qual facilitam o entendimento da lógica proposta, e facilitam novas implementações, sendo este último argumento algo muito importante em trabalhos acadêmicos, ou seja, o trabalho permite que se desenvolva mais conhecimento e mais aplicações. O estudo desta linguagem demandou tempo, entretanto, o conhecimento adquirido sobre a mesma poderá com certeza, ser empregado em diversas atividades e tarefas relacionadas à Engenharia.

Neste capítulo, foram apresentadas as etapas propostas para a resolução do problema, e como pode ser visto, existe uma forte ligação entre as etapas, ou seja, é necessário ter bons resultados parcialmente para que o resultado final seja o esperado.

O último capítulo descreveu os testes e validações realizados para a aprovação do protótipo, e obteve seus objetivos totalmente atendidos, pois durante os testes, cada módulo teve suas informações verificadas separadamente e unificadas ao restante do projeto. Simular as verdadeiras condições de um acidente, onde o veículo sofre desaceleração em um intervalo de tempo muito pequeno é realmente complicado, pois muitas variáveis começam a ter valores significativos. Mesmo com os testes realizados, conforme descrito no capítulo de testes os resultados são satisfatórios. Por fim, este trabalho conseguiu agrupar diversas pesquisas que estudavam componentes utilizados para outros objetivos.

Desta forma acabou se unificando e agregando o conhecimento desenvolvido por outros pesquisadores. Espero que esta pesquisa também possa ser utilizada por novos colegas que pretendam dar outros objetivos ou até mesmo complementar este trabalho.



**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALENCAR, Marcelo Sampaio de. **Sistemas de comunicações**. 1. ed. São Paulo, SP: Érica, 2001. 298 p.

CARLSON, Bruce. **Communication system: An introduction to signal and noise electrical**. 4.ed. EUA: ISBN, 2002. 853p.

CUNHA, Alessandro. **CDMA x GSM. Saber eletrônica**, São Paulo, v. 414, n. 43, p. 12 - 19, jul. 2007.

FOROUZAN, Behrouz. **Data communications and networking**. 4.ed. New York: Higher education, 2007. 1171p.

GIMENEZ, Salvador P. **Microcontroladores 8051**. 1. ed. São Paulo, SP: Pearson Education do Brasil, 2002. 253 p

GOMES, Alcides Tadeu. **Telecomunicações: transmissão e recepção AM/FM**. 20. ed. São Paulo, SP: Érica, 2005.

GRANDI, Leonardo Silveira, **Desenvolvimento de Protótipo de Altímetro Utilizando o Sistema GPS de Navegação**. 1.ed. Novo Hamburgo – RS. (FEEVALE, 2009)

GUIMARÃES, Alexandre. **Eletrônica Embarcada Automotiva**. 1. Ed. São Paulo, SP: Érica, 2007. 326 p.

JUNQUEIRA, Cynthia Cristina Martins. **Configurações e algoritmos de antenas adaptativas para sistema de posicionamento global**. Campinas, SP: 2003.

MARCUS, Otávio. **Ensino Modular: Sistemas analógicos – Circuitos com Diodo e Transistores**. 1. ed. São Paulo, SP : Érica, 2000. 374 p.

MICROCHIP, Technology Incorporated. **Getting Started with dsPIC30F Digital Signal Controllers User's Guide**. Califórnia: 2005. 125p. Disponível em: <<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/70151a.pdf>>. Acesso em: 07/09/2011.

MONICO, João Francisco Galera. **Posicionamento pelo NAVSTAR-GPS: descrição fundamentos e aplicações**. São Paulo: Editora UNESP, 2000. 288 p.

MULLER, Alexandre R., **Desenvolvimento e implementação de um dispositivo protótipo microcontrolado para análise de tempestades**. 1 ed. Novo Hamburgo – RS. (FEEVALE, 2011)

PEREIRA, Fábio **Microcontroladores HCS08: Teoria e Prática**. 1. Ed. São Paulo, SP: Érica, 2005. 204 p.

SILVA, Alisom Silveira, **Desenvolvimento e implementação de um protótipo receptor GPS com uso de dispositivo micro receptor e módulo microcontrolador para aplicação**

**acadêmica.** 1 ed. Novo Hamburgo – RS. (FEEVALE, 2008)

SOUZA, David José de. **Desbravando o PIC: Ampliado e atualizado para PIC16F628A.** 10.ed. São Paulo, SP: Érica, 2006. 268p.

SVERZUT, José Umberto. **Redes GSM, GPRS, EDGE e UMTS: Evolução a caminho da Terceira Geração (3G).** 1. ed. São Paulo, SP: Érica, 2005. 454 p.

WEBER, Luiz A., **Desenvolvimento de um sistema supervisorio remoto de uma estufa utilizando o sistema de telefonia móvel GSM para monitoramento e controle.** 1. Ed. Novo Hamburgo – RS. (FEEVALE, 2010)

WELLENHOF, B.; LICHTENEGGER, H.; COLLINS, J. **GPS Theory and Practice.** Wien: Spring-Verlag, 1997.

YOUNG, Paul H. **Técnicas de comunicação eletrônica.** 5. ed. São Paulo, SP: Pearson Prentice Hall, 2006. 687 p.