



**Universidade de Brasília - UnB  
Faculdade UnB Gama - FGA  
Curso de Engenharia (Engenharia Eletrônica)**

**MONITORAMENTO DE SISTEMAS DE TRANSPORTE  
COM ARDUÍNO E SHIELD-GSM, GPS, GPRS.**

**Autor: Derick Horrana de Souza da Trindade  
Orientador: Marcus Vinícius Batistuta**

**Brasília, DF  
2015**



**Derick Horrana de Souza da Trindade**

**Monitoramento de Sistemas de Transporte com Arduíno e Shield-  
GSM, GPS, GPRS.**

Monografia apresentada como exigência  
para obtenção do grau de Bacharelado  
em Engenharia Eletrônica da  
Universidade de Brasília.

Orientador: Marcus Vinícius Batistuta

**Brasília, DF  
2015**

## **CIP – Catalogação Internacional da Publicação\***

Trindade, Derick Horrana.

Monitoramento de Sistemas de Transporte com Arduíno e Shield-GSM, GPS, GPRS. / Derick Horrana de Souza da Trindade. Brasília: UnB, 2015. 31 p. : il. ; 29,5 cm.

Monografia (Graduação) – Universidade de Brasília  
Faculdade do Gama, Brasília, 2015. Orientação: Marcus  
Vinícius Batistuta

1. GPS 2. Arduíno 3. GSM 4. MPU-6050 5. Manutenção 6.  
Rodovias 7. Monitoramento 8. Veículo 9. Rastreamento 10.  
SHIELD

CDU Classificação



## **REGULAMENTO E NORMA PARA REDAÇÃO DE RELATÓRIOS DE PROJETOS DE GRADUAÇÃO FACULDADE DO GAMA - FGA**

**Nome Autor Sobrenome Autor**

Monografia submetida como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Eletrônica da Faculdade UnB Gama - FGA, da Universidade de Brasília, em 08/07/15 apresentada e aprovada pela banca examinadora abaixo assinada:

---

**Prof. Dr: Marcus Vinícius Batistuta, UnB/ FGA**  
Orientador

---

**Prof. Dr.: Fabiano Araújo Soares, UnB/ FGA**  
Membro Convidado

Brasília, DF  
2015

## **AGRADECIMENTOS**

Quero agradecer primeiramente a Deus, pela força e sabedoria ao longo da minha vida universitária. A minha família, por não medir esforços para que eu chegasse até esta fase da minha vida. Ao meu orientador, Professor Marcus Vinícius Batistuta, por ter incentivado e apoiado a minha ideia. E a todos aqueles que de alguma forma me ajudaram, os meus sinceros agradecimentos.

## RESUMO

Este trabalho tem como propósito analisar a utilização do sistema de rastreamento e monitoramento de veículos dentro do perímetro urbano do Distrito Federal, com o foco aplicativo no levantamento de informações a respeito do trecho que vai da BR-020 até o final da EPIA Sul. A ideia principal será abordar a associação de dispositivos eletrônicos para a elaboração de um protótipo adequado para rastrear a localização do veículo (utilizando o GPS), delimitar uma área de interesse (trecho BR-020 / EPIA Sul), ler os sinais dos sensores e transmitir mensagens (SMS) através de uma rede de telefonia celular (GSM). No trabalho também estará incluso uma solução, que envolve um sensor associado ao sistema embarcado, a ser instalada em veículos, que tenha a capacidade de identificar quando e onde o carro passou por um buraco. Ou seja, além de obter a posição georreferenciada, o dispositivo proposto irá monitorar em tempo real o estado de uma determinada rodovia. Ao longo dessa dissertação será descrito e mostrado a implementação do protótipo do sistema de monitoramento baseado em uma placa SHIELD GPS/GPRS/GSM V3.0 com a integração de um sensor MPU-6050, com giroscópio e acelerômetro acoplados. Essa placa, devidamente programada, será capaz de ler e interpretar os valores do sensor, transmitindo as informações coletadas, por meio da rede GSM, a um computador portátil ou a um aparelho telefônico móvel. A posição instantânea do veículo será enviada junto com possíveis variações de aceleração e de direção em uma rodovia. A identificação da perturbação será diagnóstica pelo logradouro, permitindo ao usuário identificar regiões com buracos. As informações serão realçadas no dispositivo a medida que o veículo se movimenta. Este protótipo será desenvolvido de modo a permitir a instalação em qualquer veículo que necessitem de outras possibilidades de diagnóstico remoto. A intenção real será, portanto, adequar a implementação do trabalho, tanto para que exista um histórico de dados precisos que auxiliem as empresas e os órgãos públicos no monitoramento da frota de veículos quanto na manutenção de vias, afim de reduzir acidentes de trânsito ou quaisquer outros prejuízos provenientes das condições precárias das rodovias do Distrito Federal.

**Palavras-chave:** GPS. Arduíno. GSM. MPU-6050. Manutenção. Rodovias. Monitoramento. Veículo. Rastreamento. SHIELD.

## ABSTRACT

This paper aims to analyze the use of the system of tracking and monitoring vehicles within the city limits of the Federal District, with the focus on application of Information Survey excerpt of respect that goes from the BR- 020 until the end of the EPIA South. The main idea will be to address the association of electronic devices for the preparation of a suitable prototype to track the vehicle's location (using GPS), define an area of interest (BR- 020 / EPIA southern stretch), read the sensor signals and transmit messages (SMS) via a mobile network (GSM). In the work will also be included a solution, which involves a sensor associated with the embedded system to be installed in vehicles, which has the ability to identify when and where the car passed through a hole. That is in addition to getting the geo-referenced position; the proposed device will monitor in real time the status of a particular highway. Throughout this essay will be described and shown the implementation of the monitoring system prototype based on a board SHIELD GPS / GPRS / GSM V3.0 with the integration of an MPU- 6050 sensor, coupled with gyroscope and accelerometer. This board, properly programmed, will be able to read and interpret the sensor values , transmitting the information collected through the GSM network, a laptop or a mobile phone. The instantaneous position of the vehicle will be sent along with possible variations in acceleration and direction on a highway. Identifying the disease is diagnosed through the street, allowing you to identify regions with holes. The information will be highlighted on the device as the vehicle moves. This prototype will be developed to permit installation in any vehicle needing other remote diagnostic possibilities. The real intention is therefore tailor the implementation of the work, so much so that there is an accurate historical data that help businesses and government agencies in monitoring the fleet of vehicles, as the maintenance of roads in order to reduce traffic accidents or any other damages from the poor conditions of the roads of the Federal District.

**Keywords:** GPS.Arduino.GSM.MPU-6050. Maintenance. Highways. Monitoring. Vehicle. Tracking . SHIELD

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Funcionamento do sistema de comunicação módulo rastreador/central ..	15
Figura 2 - Constelação de Satélites.....	13
Figura 3 - Diluição de precisão I.....	14
Figura 4 - Diluição de precisão II.....	15
Figura 5 - Rede GSM.....	16
Figura 6 - Tecnologia GPRS.....	18
Figura 7 - Esquema metodológico.....	19
Figura 8 - Placa Arduino Uno.....	20
Figura 9 - Diagrama do Arduino Uno.....	21
Figura 10 - Diagrama do Shield.....	22
Figura 11 - Fluxograma do SHIELD - Interruptor UART.....	23
Figura 12 - Chave S2.....	24
Figura 13 - Placa GY-521.....	25
Figura 14 - Conexão entre Arduino e o Sensor.....	26
Figura 15 - Dinâmica do funcionamento.....	28
Figura 16 - Leitura e tratamento de dados.....	29



## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	10
1.1 Contextualização.....	10
1.2 Contextualização e Proposta .....	11
1.3 Objetivos .....	12
1.3.1 Objetivo Geral.....	12
1.3.2 Objetivos Específicos.....	12
1.4 Justificativa .....	13
1.5 Estrutura da Dissertação.....	14
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
2.1 Rastreamento de Veículos.....	15
2.1.1 Tecnologia GPS.....	16
2.1.1.1 A diluição de precisão .....	17
2.2 Rastreamento Via Celular .....	18
2.2.1 Tecnologia GSM .....	18
2.2.2 GPRS.....	20
2.3 Monitoramento de Estradas e Rodovias .....	21
2.3.1 Arduíno Uno.....	22
2.3.2 Shield GPS/GPRS/GSM.....	24
2.3.3 Sensor MPU-6050 .....	27
3 METODOLOGIA.....	30
3.1 Desenvolvimento do Sistema.....	30
4 CONCLUSÃO.....	33
5 ANEXOS .....	34
5.1 Como conduzir o modo GSM via porta USB.....	34
5.2 Como conduzir o Modo de GPS via porta USB.....	35
5.3 Como conduzir o modo GSM via placa Arduíno .....	37
5.4 Como controlar o Arduíno via SMS.....	38
5.5 DataSheet/Esquema Elétrico .....	41
5.5.1 Arduíno Uno.....	41
5.5.2 Shield GPS/GPRS/GSM.....	42
5.5.3 MPU-6050.....	43
REFERÊNCIAS.....	45

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contextualização

O desenvolvimento da microeletrônica vem proporcionando soluções tecnológicas descomplicadas nos diversos ramos da ciência, onde a miniaturização dos componentes eletrônicos promove a evolução de novas tecnologias capazes de encontrar uma saída prática e versátil dos problemas mais simples aos mais complexos. Os grandes benefícios da redução da escala dos circuitos, como chips e micro controladores, são a aplicação de projetos que acompanham de perto o usuário.

Próximo a essa percepção os meios transportes trouxeram um ambiente de duas faces para a evolução tecnológica. Na primeira tem-se os benefícios de acessibilidade a vários lugares e de deslocar-se de um ponto a outro em tempo cada vez mais reduzido. Porém tem-se também os impactos negativos resultante do crescimento da rede de transporte, em que suas malhas cada vez mais necessitam de acompanhamento em tempo real, de manutenção constante e seus clientes necessitam de respostas instantâneas.

Portanto, antes do levantamento da problemática do crescimento do sistema de transporte e suas possíveis soluções deve-se observar uma forma preventiva, que busque evitar ou acabar com tais questões. Neste contexto o monitoramento cria a possibilidade de prevenir e de findar com esses quesitos negativos.

O presente trabalho busca conciliar a coleta de dados do monitoramento remoto de um veículo e suas possibilidades com as necessidades do mapeamento de uma via, resultando em um levantamento minucioso de um ponto ou de um trecho de possível atenção, por meio um protótipo automático de monitorização capaz de acompanhar os meios de transporte rodoviários. A alternativa encontrada baseada em um sistema de GPS/GSM/GPRS para pesquisa foi a facilidade de enumerar as informações sobre o veículo e a via em estudo, observando as variações da rodovia por intermédio dos sensores acoplados a placa Arduíno.

O objeto de estudo será o perímetro urbano das rodovias do Distrito Federal, onde houve o aumento de 103,6%, no período de 2001 a 2011, do número de veículos, de acordo com o levantamento do Departamento de Trânsito (DETRAN,2015), utilizado como fonte de pesquisa a BR-020/EPIA/BR-040, por ser uma via de trânsito rápido (expressa) e por possuir um fluxo veicular bastante significativo, tendo em vista ser o acesso principal para a cidade. (BARROS,2005). Com isso, será feita a coleta, o processamento e o tratamento dos dados dos principais pontos que acusaram índices de possível manutenção.

## **1.2 Contextualização e Proposta**

O aproveitamento do monitoramento de rodovias e da automação veicular têm se tornado cada vez mais essencial nas medidas de segurança para rastreamento de veículos. Em comunhão a essas tecnologias surge a possibilidade de utilizar um equipamento capaz de capturar informações do meio pelo qual se transita, objetivando identificar variações nos padrões da via. Um exemplo prático da aplicação do projeto em estudo é o dimensionamento do comportamento dos pavimentos ao longo de um período de utilização constante. Uma vez que o tráfego de veículos é um dos atores predominantes no processo de desgaste. Vale ressaltar que nem todas as rodovias dispõem de equipamentos para a coleta dos dados necessários no tratamento preventivo. Já que os relatórios gerados podem ser usados posteriormente para identificar e prevenir os problemas nas vias do Distrito Federal. Portanto o principal problema a ser resolvido pelo presente trabalho será efetuar o controle de um determinado sistema de transporte, verificando posição e possível estado (estacionado ou em movimento) e identificar as deficiências nas rodovias do perímetro urbano do DF, procurando dessa forma contribuir com a redução dos custos de transportes e com gastos de reparações quando as deficiências se agravam.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo Geral**

Este trabalho tem como objetivo elaborar um sistema eletrônico, que possibilitará a obtenção de informações dos meios de transporte terrestres e das malhas rodoviárias do perímetro urbano do Distrito Federal. Esse sistema se destinará a capturar dados como coordenadas geográficas e sinais de movimento, sejam eles aceleração positiva ou negativa, parado ou em deslocamento. Os respectivos dados serão armazenados no protótipo, onde serão analisados, processados, tratados e posteriormente enviados por meio de um canal com infraestrutura sem fio (GSM/GPRS) para um computador ou um dispositivo celular. Isso viabilizará a otimização do monitoramento em tempo real não só do veículo como também o controle das condições das vias urbanas de Brasília. Já que elas são supervisionadas de forma manual e presente, segundo a Assessoria de comunicação social do DER-DF.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

O primeiro objetivo será a montagem da placa Arduino/Shield que será acompanhada de duas antenas, sendo uma GPS e a outra GSM. Na placa estará incluso um conector para encaixar fones de ouvido, dois sensores, sendo um acelerômetro de dois eixos e um giroscópio de dois eixos, e um display.

O segundo objetivo será concluído com o desenvolvimento do programa que será

responsável por fazer a interação do telefone móvel com o dispositivo proposto por meio de mensagem de texto.

O terceiro objetivo será a embarcação do programa na placa e possíveis ajustes operacionais, caso seja necessário.

O quarto objetivo será efetivar os testes do dispositivo em um veículo do decorrer da via começando na BR-020, continuando na via EPIA e findando na BR-040. Esse trecho servirá de amostra para a obtenção de dados e formação de tabelas e gráficos. O material coletado será relacionado às casualidades que ocorrerem com o veículo durante o percurso.

Por fim, o quinto objetivo será encerrado com a avaliação das informações captadas nos testes e conseqüentemente a confecção do relatório de validação do projeto.

#### **1.4 Justificativa**

O acompanhamento ininterrupto de uma determinada rodovia por meio de um sistema que se desloca junto a um automóvel traz flexibilidade, para o levantamento de um diagnóstico atualizado do próprio meio de transporte e da via em análise. Na aplicação do projeto notou-se que a frota de veículos aumenta o processo natural de desgaste das malhas rodoviárias nos perímetros urbanos dos grandes centros, exigindo a avaliação, a manutenção, como também, e a reparação dos danos provocado por esse fenômeno. Pensando nisso propõem-se um trabalho de supervisão permanente que colabore com a identificação de áreas mais propícias à degradação e com isso reduza tempo e custos de monitoramento físico, realizado por agentes dos órgãos responsáveis.

Vale ressaltar que o projeto pode ser utilizado em veículos de serviço público, bem como em particulares de forma versátil, com a inclusão de sensores de acordo com as necessidades do cliente, e transmita remotamente relatórios instantâneos de alterações ou armazene em sua memória estes para diagnósticos futuros. O desenvolvimento desse trabalho propunha-se a criar um sinal de aviso, para quando ocorra uma perturbação que fuja dos padrões em análise, exemplo uma depressão que caracterize um buraco, a informação será transmitida automaticamente a central

ou o usuário final.

A coleta dos parâmetros do trabalho em estudo fornecerá dados precisos que beneficiaram os órgãos públicos na conformação de vias que visem reduzir eventualidades. Observa-se que a manutenção preventiva tanto quanto a manutenção corretiva é essencial na redução das causas de acidentalidades. Com isso, o projeto irá corroborar com a criação de um programa de manutenção permanente e adequação de vias do Plano Nacional de Redução de Acidentes e Segurança Viária para a Década 2011 – 2020 do Ministério das Cidades. Ao mesmo tempo facilitará o estabelecimento do modelo padrão de coleta de informações sobre as ocorrências de acidentes de trânsito e a confecção das estatísticas do trânsito, os quais são competências atribuídas ao órgão máximo executivo de trânsito da União de acordo com o art.19, inciso XI, da LEI Nº 9.503, de 23 de setembro de 1997 – DOU.

## **1.5 Estrutura da Dissertação**

Este trabalho está estruturado em quatro capítulos, sendo que este capítulo apresenta caráter introdutório.

O capítulo dois discute a fundamentação teórica, em que foi realizado o estudo detalhado das seguintes etapas: rastreamento de veículos; rastreamento via celular; e monitoramento de estradas e rodovias.

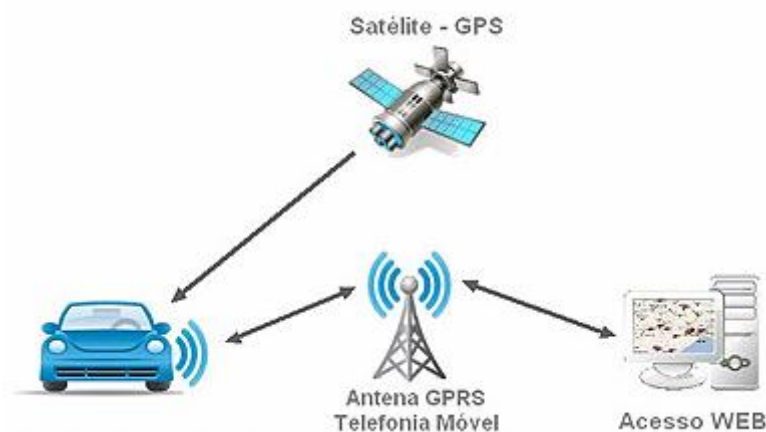
No capítulo três são descritos os procedimentos necessários para a elaboração do projeto proposto. Contém, também, a contextualização a respeito de como será a apresentação e análise dos dados que serão obtidos. Consiste em recomendações para desenvolvimento póstero.

Por fim, em anexos estarão os programas utilizados como base para os testes de execução do protótipo. Inclusos também os Datasheets do Arduíno Uno, SHIELD V3.0 e MPU-6050.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Rastreamento de Veículos

Rastrear e monitorar meios de transporte vem sendo, nos últimos anos, motivo de interesse e estudo. A explicação para a atenção em tais temas consiste no desenvolvimento e avanço de sistemas eletrônicos e computacionais de baixo custo no mercado, o que proporciona conseqüentemente a germinação de novas pesquisas sobre o supervisionamento de veículos. A ideia substancial em monitoramento veicular se fundamenta em problemas relacionados a determinação da localização, onde existe deslocamento e movimentação. Basicamente os serviços de rastreamento se beneficiam de tecnologias como GPS/GSM/GPRS, que possibilitam o monitoramento mediato de meios de transporte através do apanhamento de dados obtidos com sinais de GPS, e a transmissão desses dados por uma rede de comunicação celular ou de comunicação via satélite. O meio de transferência usado para troca de informações entre o veículo e a central de gerenciamento pode mudar, de acordo com o tipo de sistema de rastreamento. As tecnologias de comunicação utilizadas no desenvolvimento deste trabalho serão: via satélite e via celular.



**Figura** Erro! Indicador não definido. - **Funcionamento do sistema de comunicação módulo rastreador/central**  
**Fonte: (SYSTEM, 2014).**

### 2.1.1 Tecnologia GPS

O Sistema de Posicionamento Global, também conhecido como NavStar, foi construído pelos militares norte-americanos com o objetivo de localizar posições em qualquer lugar da Terra com uma grande precisão. Essencialmente, o GPS constitui-se em satélites, receptores e estações de monitoramento e controle.



**Figura 2 - Constelação de Satélites**  
Fonte: (KAPLAN).

O funcionamento, embora construído com uma tecnologia complexa, possui um conceito bem simples e ocorre da seguinte forma: o receptor GPS recebe um sinal a partir de cada satélite GPS, onde esses mesmos satélites transmitem a hora exata em que os seus sinais foram enviados. A partir da diferença de tempo entre o instante em que o sinal foi transmitido e o instante em que foi recebido, o receptor pode estabelecer a distância em que ele está de cada satélite, e do mesmo modo, a posição certa em que os satélites estão no céu. Dessa forma, obtidos os tempos de deslocamento dos sinais dos três satélites GPS e a suas localizações no céu, o receptor GPS pode determinar a sua posição em três dimensões: leste, norte e



altitude. Para determinar a localização dos satélites GPS, dois dados são necessários para o receptor GPS: o almanaque e a efeméride. Ambos são transmitidos continuamente pelos satélites GPS, e seu receptor GPS recebe e guarda esses dados. Basicamente o almanaque compreende informações sobre o estado, disponível ou indisponível, dos satélites. Já a efeméride é responsável por fornecer dados adicionais sobre a órbita de cada satélite, definindo assim a localização de cada satélite.

### **2.1.1.1 A diluição de precisão**

A diluição de precisão (DOP) é uma medida determinada pela geometria relativa dos satélites visíveis em relação ao receptor. A informação enviada por cada satélite tem precisão limitada, se os satélites se encontram próximos, relativamente ao receptor, haverá uma maior interseção entre as esferas consideradas para determinar a posição e portanto uma diluição da precisão, relativa à posição obtida. Da mesma maneira se os satélites se encontram mais afastados haverá uma menor interseção, ocorrendo também uma diluição da precisão, porém em grau menor. Os valores de diluição de precisão fornecidos não apresentam unidade podendo ser relacionados a graus de confiança, por exemplo valores menores que 1 são considerados ideais, entre 1 e 2 excelentes, entre 2 e 5 bons, etc. (ROMERO, 2013)



**Figura 3 - Diluição de precisão I**  
Fonte: (ROMERO, 2013, p.).



**Figura 4 - Diluição de precisão II**  
Fonte: (ROMERO, 2013, p.).

A Diluição de precisão vertical (VDOP) se refere ao grau de confiança relativo ao eixo vertical, ou seja, aos valores de altitude obtidos pelo receptor, de maneira análoga a diluição de precisão horizontal (HDOP) refere-se ao grau de confiança relativo ao plano horizontal o que implica no grau de confiança das medidas de latitude e longitude. A diluição de precisão posicional (PDOP) engloba as duas outras medidas fornecendo um grau de confiança geral das informações obtidas. (ROMERO, 2013).

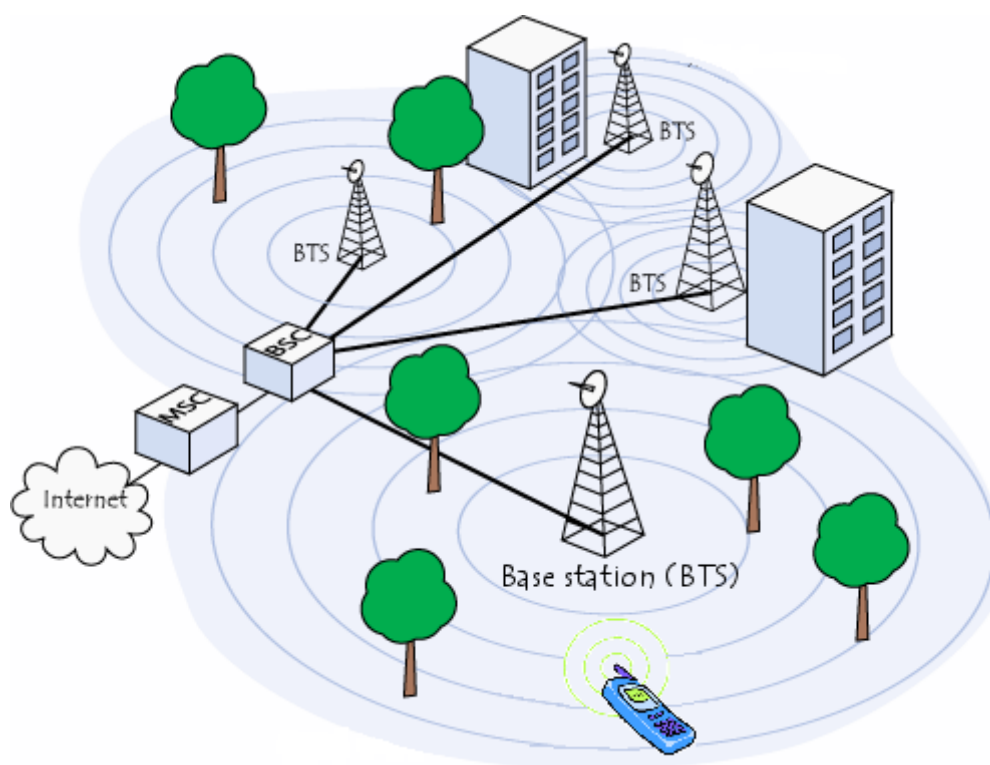
## **2.2 Rastreamento Via Celular**

Rastreamento via celular é uma das aplicações em sistemas de telefonia com mais rápido e mais exigente crescimento no mercado. Desempenha atualmente um progresso contínuo entre todas as novas subscrições de telefone em volta do mundo. Esse sistema de rastreamento utiliza quase que integralmente a tecnologia GSM/GPRS para a transmissão de informações.

### **2.2.1 Tecnologia GSM**

A rede GSM tem-se como terminal do cliente a estação móvel. Uma estação móvel é composta por um aparelho móvel, como um celular ou uma placa Shield GPS/GPRS/GSM V3.0 objeto da pesquisa, com um chip SIM (Subscriber Identity Module), que identifica o cliente e libera os serviços disponíveis da conta, segundo Nicolás Müller.

Os aparelhos móveis são distinguidos por um número de identificação de 15 dígitos chamado IMEI (International Mobile Equipment Identity). Cada chip SIM também possui um fator de identificação chamado IMSI (International Mobile Subscriber Identity). Este número pode ser protegido com a ajuda de uma chave de 4 dígitos chamada código PIN.



**Figura 5 - Rede GSM**  
Fonte: Autoria própria.

Na Figura 2 observa-se a comunicação entre uma estação móvel (aparelho) e a estação básica por meio de uma onda de rádio. O cartão SIM permite a identificação do cliente, independentemente da estação base (BTS) utilizada. A estação base de controle (BSC) realiza a conexão entre as estações móveis (celulares) e o centro de comutação móvel (MSC), que providencia a funcionalidade para o tratamento de um cliente, registrando, autenticando, atualizando a localização, executando a transição

entre células (Hand-off) e gerenciando qualquer solicitação do cliente.

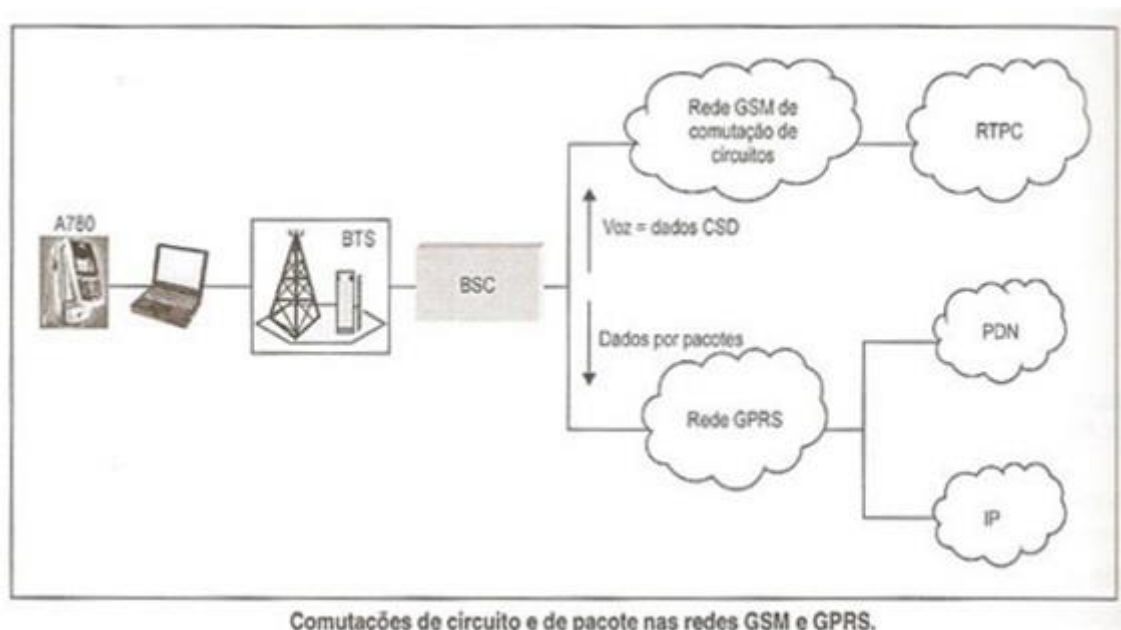
Vale salientar que a diversidade de serviços como voz, SMS, transferência de dados, entre outros, faz com que o GSM alcance a satisfação das necessidades de comunicação do cliente móvel com a central de gerenciamento. Com isso a rede GSM será adequada para ser usada neste o projeto.

### **2.2.2 GPRS**

O GPRS (General Packet Radio Service) foi elaborado para disponibilizar o tráfego de dados por pacotes na rede GSM, esse serviço trouxe o benefício à rede de telefonia celular de ser interligada a Internet.

A tecnologia GPRS garantiu a comunicação GSM, por meio da técnica de comutação de pacotes para a rede celular. Nessa estruturação a mensagem transmitida ao sair é fragmentada em pacotes que recebem o endereço de destino em seu cabeçalho. A comutação de pacotes usa a rede somente quando houver dados a serem enviados. Este serviço complementa o Serviço de Dados de Comutação de Circuitos e o Serviço de Mensagens Curtas. Com isso os pacotes quando na rede são direcionados pelo melhor caminho até chegarem ao seu destino, segundo a apresentação à ANATEL da Consulta Pública 198 sobre o uso das bandas de frequência para o fornecimento de Serviços de Comunicações Móveis Terrestres.

A utilização do GPRS beneficiará a utilização do Protocolo Internet (IP) para a rede GSM. Este serviço une um grande número de redes de dados públicas e privadas, integrando protocolos de dados padrão ou Public Data Network (PDN), como o TCP/IP.



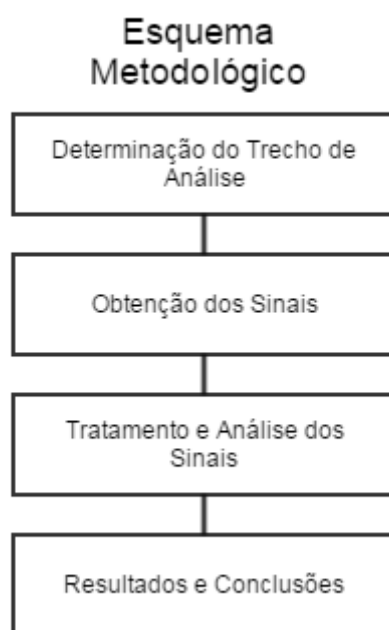
**Figura 6 - Tecnologia GPRS**  
**Fonte: (SANTOS, 2014).**

Na Figura 3 é observado como ocorre o processo de comutação da mensagem para dados de voz e dados por pacotes. A nuvem RTPC (Rede de Telefonia Pública Comutada) exemplifica a transmissão de voz, enquanto a nuvem IP (Internet Protocol) representa a ligação da mensagem com a Internet. O elemento BSC (Base Station Controller) é um nó de uma rede móvel celular que conecta a BTS (Base Transceiver Station), é a interface rádio do terminal móvel composto de uma antena e um transceptor, todos componentes da arquitetura de uma rede móvel celular. Já a nuvem PDN é uma rede de circuitos de comutação de pacotes, que age na transmissão de dados na forma digital à central de comutação de serviços móveis.

### 2.3 Monitoramento de Estradas e Rodovias

A péssima conservação das rodovias e a quantidade de buracos são hoje duas realidades atuais do distrito federal. Os condutores são obrigados a ter bastante precaução quando vão dirigir seus veículos, em razão de determinadas vias terem mais buracos e fissuras do que passagem livres e alinhadas, de acordo com reportagem do Correio Braziliense. Esse cenário acaba prejudicando não só o condutor, mas também as empresas que prestam os serviços de manutenção, uma

vez que as mesmas não realizam as reparações com frequências regulares e nem possuem um parâmetro de escolha acerca de quais locais as obras devem ser realizadas. O período de espera para reparação da via aumenta ainda mais a deterioração do asfalto, e isso acaba gerando prejuízos nos motoristas, com manutenção dos veículos, e nas empresas, com o aumento dos custos das obras, segundo Borges (2011). Portanto, nesta parte do trabalho a ideia será monitorar o trecho da via entre a BR-020 e o final da EPIA Sul, dentro do Distrito Federal, usado um sistema embarcado composto inicialmente por: um Arduino Uno, um Shield GPS/GPRS/GSM modulo V3.0 e um sensor MPU-6050 que contém em um único chip com um acelerômetro e um giroscópio tipo MEMS. A proposta será monitorar remotamente o estado da rodovia, apontando em que momento e em qual local o carro passou por um buraco.



**Figura 7 - Esquema metodológico**  
Fonte: Autoria própria.

### **2.3.1 Arduino Uno**

A cada dia que passa a plataforma Arduino vem conquistando novos usuários. Esse sucesso é devido á sua simplicidade e ao fato de não necessitar conhecer profundamente a eletrônica e as estruturas de linguagens para criar gadgets, robôs ou pequenos sistemas inteligentes, segundo Gair (2011).



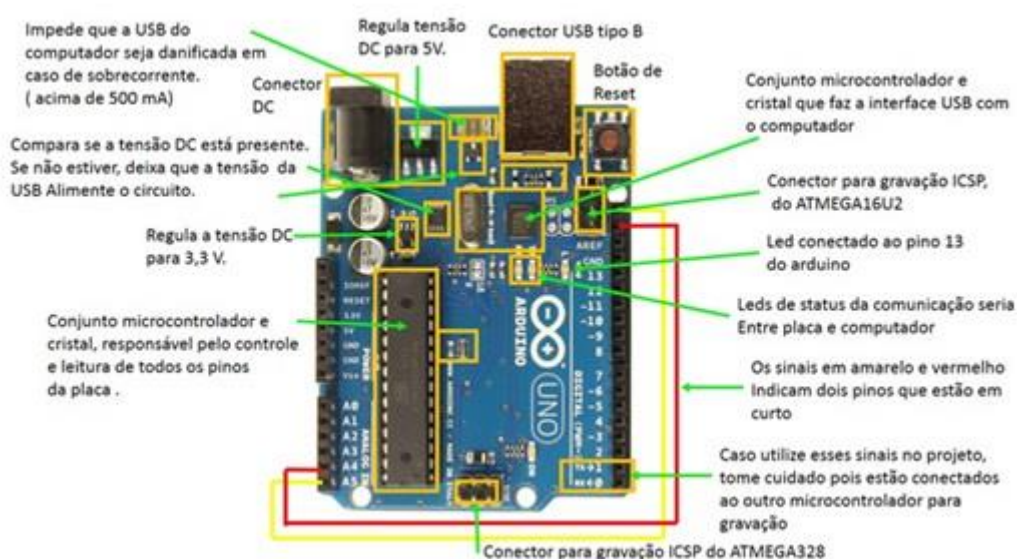
**Figura 8 - Placa Arduino Uno**  
**Fonte: (VASILJEVIC, 2013).**

Ele foi desenvolvido em 2005 com o objetivo de criar uma plataforma para o desenvolvimento simples e descomplicado de projetos interativos, utilizando um microcontrolador. Ele faz parte do que se conhece por computação física: área da computação em que o software interage diretamente com o hardware, tornando possível integração fácil com sensores, motores e outros dispositivos eletrônicos, segundo Justen (2014).

Ele é fundamentado em uma placa microcontrolada, com acessos de entrada/saída (I/O), sobre as quais foram desenvolvidas bibliotecas com funções que simplificam a sua programação, por meio de uma construção similar a das linguagens C e C++. O Arduino utiliza o microcontrolador Atmega. Este microcontrolador (também denominado MCU) é um computador em um chip, que contém um microprocessador, memória e periféricos de entrada/saída. Ele pode ser embarcado no interior de algum outro dispositivo, que, neste caso, é o Arduino, para que possa controlar suas funções ou ações, segundo Beppu (2013). Basicamente esse microcontrolador é responsável por manipular, interpretar e transformar os sinais de tensão e corrente a partir da entrada.

Em síntese, o Arduino é um conjunto de componentes que podem ser vistos

como uma única unidade de processamento hábil suficiente para avaliar e medir sinais do meio externo, e transforma-los em sinais elétricos equivalentes. Isso é possível através de sensores ligados aos terminais de entrada do Arduino, que após obterem a informação processam-na computacionalmente. Por fim, ele pode ainda intervir no gerenciamento ou no acionamento de algum outro elemento eletroeletrônico conectado ao terminal de saída. A figura abaixo apresenta o diagrama esquematizado exemplificando a função de cada componente do Arduino uno.



**Figura 9 - Diagrama do Arduino Uno**  
**Fonte: Autoria própria.**

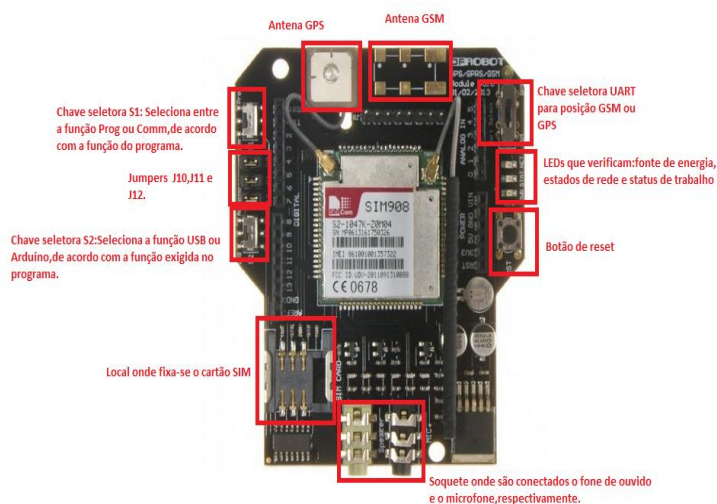
### **2.3.2 Shield GPS/GPRS/GSM**

A placa Shield GPS / GPRS / GSM V3.0 será utilizada na proposta do trabalho. Esta placa é produzida pela DFRobot e possui a tecnologia quad-band embutida. Isso significa dizer que o sistema suporta quatro bandas de frequência diferentes para GSM: 850 MHz, 900 MHz, 1800 MHz e 1900 MHz, segundo DFRobot (2015). A maioria dos países tem pelo menos uma rede GSM, a maior parte das redes GSM



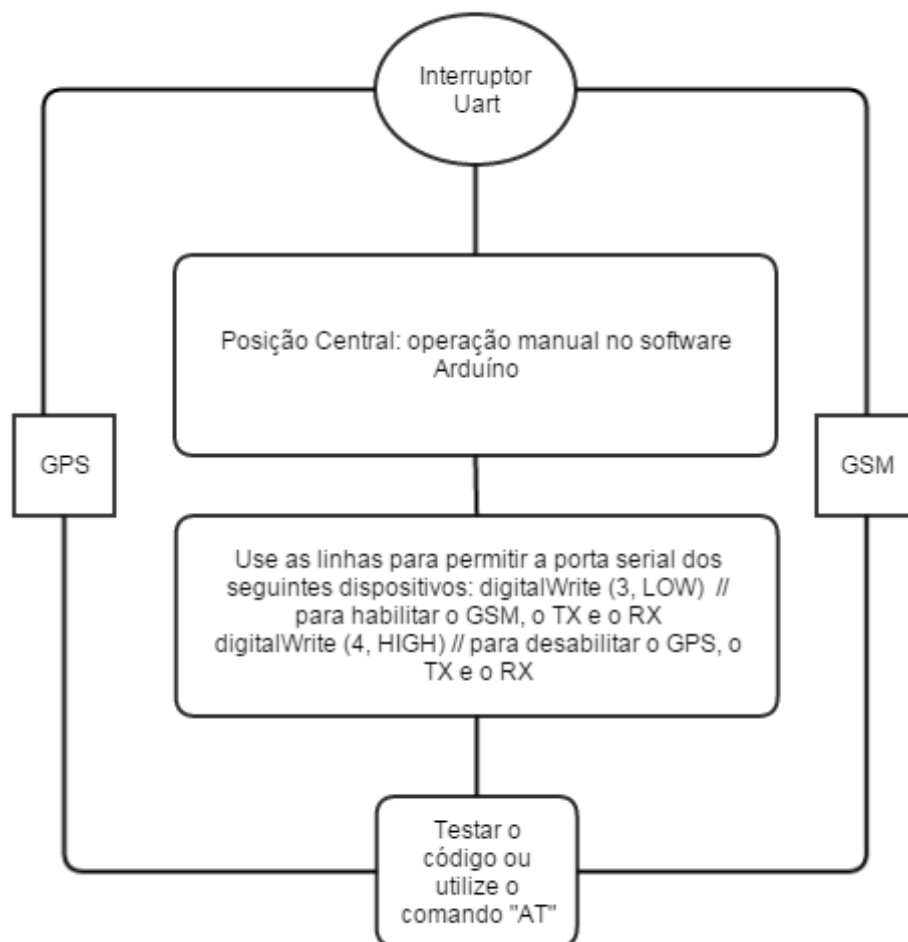
em todo o mundo usa uma das quatro bandas. Logo, ao comportar todas as quatro bandas, o sistema quad-band é compatível com uma ampla porção das redes GSM. Além do mais, ele também suporta a tecnologia GPS, para a navegação por satélite. Com isso é possível o sistema de controle enviar mensagens, utilizando a rede GSM, indicando as coordenadas geográficas da posição do Shield.

Essencialmente o Shield é controlado através de comandos, segundo Tech (2011) e o seu design permite transferir as funções GSM e GPS diretamente ao computador e à placa Arduino. Na placa ainda está inclusa uma antena de alto ganho SMD para o GPS, como também para o GSM e um chip SIM908, segundo DFRobot (2015). Juntos, todos esses componentes se combinarão e atuarão apresentando uma interface padrão das funções GPS, GSM e GPRS, proporcionando perfeitamente o rastreamento e monitoramento de meios de transporte em qualquer que seja o local e o momento, com cobertura de sinal.

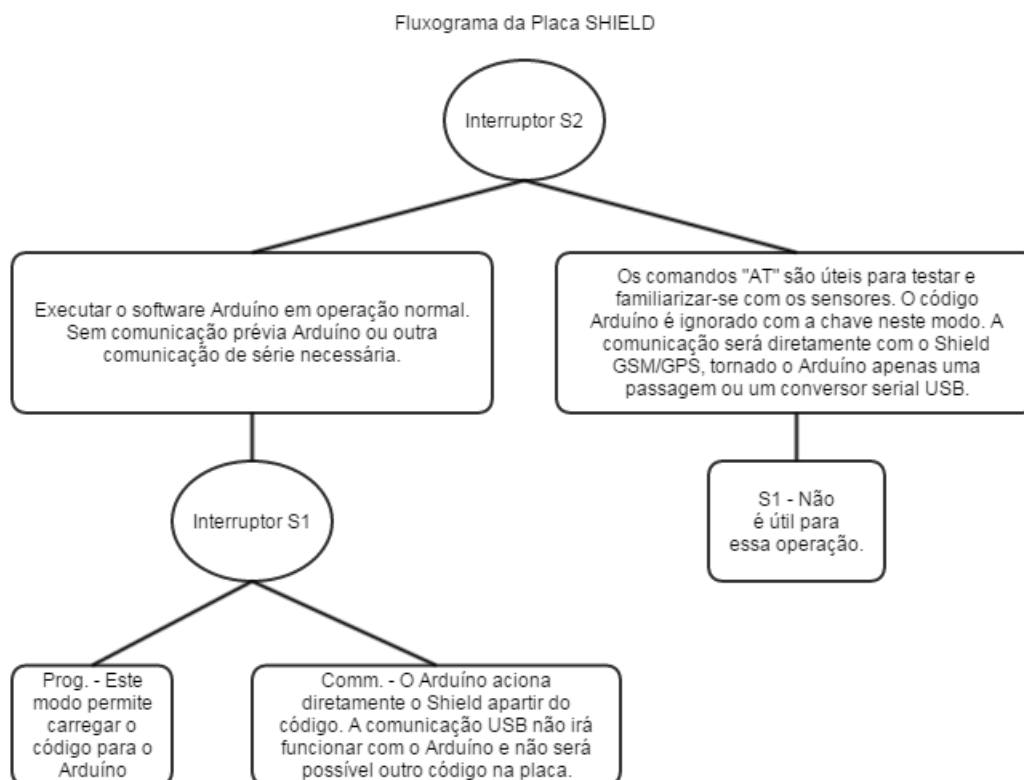


**Figura 10 - Diagrama do Shield**  
**Fonte: Autoria própria.**

Fluxograma da Placa SHIELD



**Figura 11 - Fluxograma do SHIELD - Interruptor UART**  
**Fonte: Autoria própria.**



**Figura 12 - Chave S2**  
**Fonte: Autoria própria.**

### 2.3.3 Sensor MPU-6050

A placa GY-521 é baseada no CI MPU-6050 (Anexo, Datasheet MPU-6050) da InvenSense. Este CI possui, no mesmo revestimento, um acelerômetro e um giroscópio de alta precisão com tecnologia MEMS. (CALACHE, 2013). (FOHAN, 2010). No total são 6 eixos, sendo três para o acelerômetro e 3 para o giroscópio. Na parte mais interna ele apresenta um recurso chamado DMP (Digital Motion Processor). O DM possibilita que o algoritmo de detecção de movimento seja processado no próprio CI, livrando o microcontrolador dessa tarefa. O DMP faz a aquisição do acelerômetro, giroscópio e sensor adicional e faz o processamento dos dados. O resultado pode ser lido diretamente. O MPU-6050 possui internamente conversores A/D de 16 bits de resolução para cada canal, onde todos os sinais podem ser

amostrados ao mesmo tempo. Internamente há um buffer FIFO de 1024 bytes, onde os valores podem ser armazenados e depois lidos, conforme configuração desejada. Outro recurso interessante do MPU-6050 é o sensor de temperatura interno que permite medidas de  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ . (ARDUINO,2015)

A comunicação é feita através do padrão I2C usando os pinos SCL e SDA. A Figura abaixo exhibe a pinagem da placa GY-521:



Figura 13 - Placa GY-521

Fonte: (ARDUINO, 2015).

**Nota:** placa possui um pino de endereço, que é responsável pelo endereçamento do CI no barramento I2C. Quando esse pino está desconectado define que o endereço I2C do sensor é 0x68. Quando conectado a 3,3 V, define o endereço 0x69. Dessa forma é possível utilizar dois módulos em um mesmo circuito.

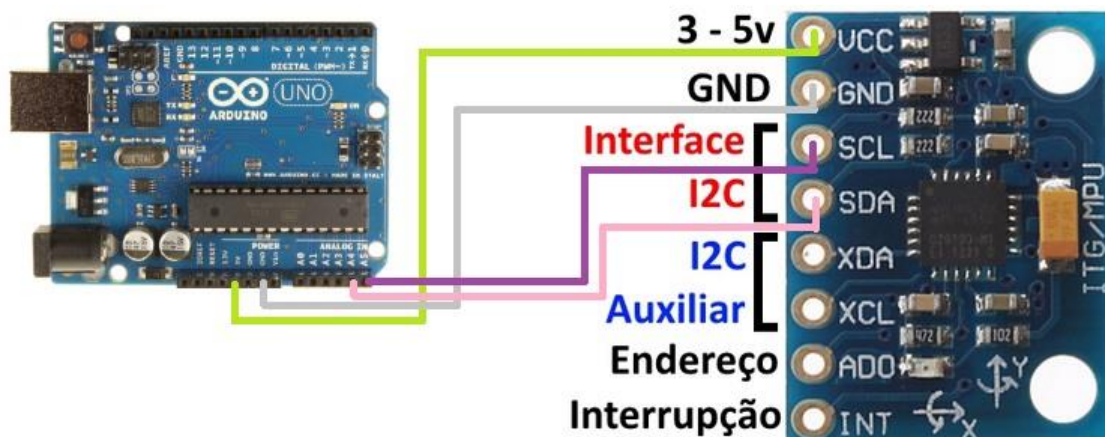


Figura 14 - Conexão entre Arduino e o Sensor

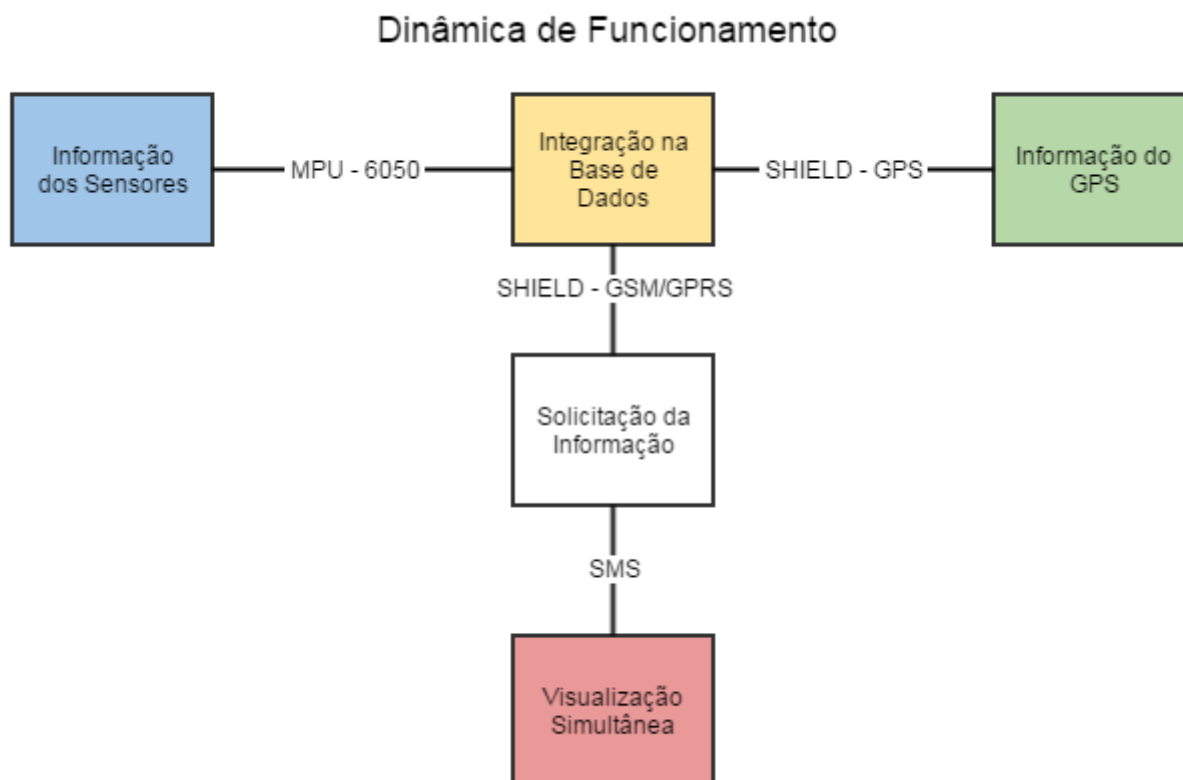
Fonte: Autoria própria.

**Nota:** Os pinos XDA e XCL podem ser conectados nos demais dispositivos I2C, como um magnetômetro por exemplo, e gerar um sistema de orientação completo. A alimentação do módulo pode mudar de 3 até 5v, mas para resultados mais precisos é aconselhável utilizar 5v.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Desenvolvimento do Sistema

Afim de efetivar as ideias anteriormente expostas, a concepção desse projeto será desenvolver inicialmente um arquétipo com um Arduíno UNO, um módulo Shield GPS/GPRS/ GSM e um módulo MPU-6050. Os três, juntos, vão estar embarcados formando um único circuito. O projeto vai funcionar da seguinte forma: o GPS atuará vinculado ao acelerômetro e ao giroscópio. O primeiro será utilizado para identificar com precisão a coordenada geográfica do veículo, possibilitando dessa forma monitorar sua posição ou movimento. Caso ocorra alguma perturbação nos padrões estabelecidos, para o acelerômetro ou para o giroscópio, o sistema guardará aquela localização na memória. O GSM, por sua vez, vai ser responsável por fazer a interação entre o usuário e o objeto que ele deseja verificar. A transmissão de dados será realizada através de uma mensagem SMS, utilizando o modem GSM (GPRS Shield). O casamento entre Shield, sensores e comunicação nessa situação se faz necessário, pois o receptor GPS localiza sua própria posição, os sensores informam a leitura dos sinais e todas essas referências devem ser transmitidas via canal de comunicação para uma central que fará efetivamente o monitoramento. Será utilizado o Arduíno e sua plataforma, para manipular os comandos AT necessários para o envio de uma mensagem SMS. Neste caso a transmissão ocorre como uma simples mensagem enviada pela porta serial do microcontrolador. Evitando que mensagens do mesmo tipo de evento sejam continuamente transmitidas e consumam todos os créditos do cartão SIM, um contador deverá ser associado a cada tipo de evento, o que possibilitará a configuração de intervalos entre as mensagens. Quaisquer eventuais ou cotidianos usos, serão geradas mensagens contendo as informações de latitude, longitude, alterações nos padrões do acelerômetro ou giroscópio gerando a seguinte mensagem: buraco detectado, buraco desviado.

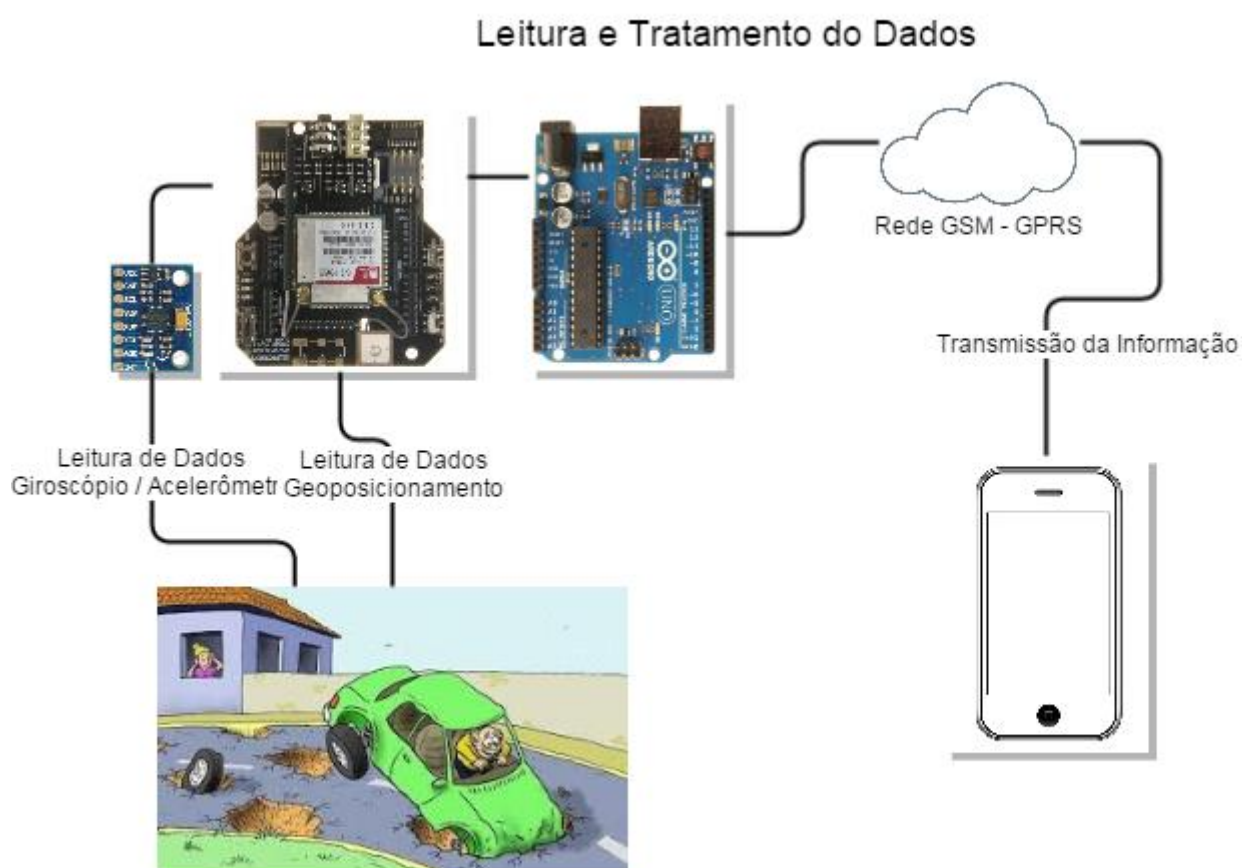


**Figura 15 - Dinamica do funcionamento**  
**Fonte: Autoria própria.**

A Figura 4 retrata como será feita a junção das informações provenientes do acelerômetro, do giroscópio, e do GPS, adquiridas simultaneamente. Basicamente o usuário poderá consultar, conforme sua necessidade, informações básicas a respeito do veículo e da rodovia.

Com o objetivo de melhor desenvolver esse trabalho, foram adotados os seguintes componentes: Arduíno UNO, por ser de fácil acesso e por possuir uma grande variedade de informação; o Shield GPS/GPRS/GSM, por possuir todas as funções que foram idealizadas durante a proposta; MPU – 6050, acelerômetro e giroscópio juntos ao invés de apenas um sensor acelerômetro, pois o propósito não é apenas detectar quando o veículo “cai” no buraco, mas também detectar quando o condutor desvia dele. Além disso, esses componentes foram escolhidos também pela facilidade de serem encontrados no mercado, com custos relativamente baixos e módulos prontos para serem acoplados em circuitos. Dessa forma, o projeto desempenhará efetivamente o real objetivo que é prevenir custos e prejuízos aos usuários, empresas ou qualquer outra entidade que faça o uso do protótipo. A

oportunidade de particularizar determinados princípios de eletrônica e consolidar métodos para aquisição do conhecimento, foram aspectos que motivou a proposta do trabalho.



**Figura 16 - Leitura e tratamento de dados**  
Fonte: Autoria própria.



#### **4 CONCLUSÃO**

A fundamentação teórica bem como a metodologia utilizada desempenha um mecanismo auxiliar no crescimento do trabalho. Contudo não podem ser conceituadas como suficientes, uma vez que existem dispositivos que podem ser acrescentados contribuindo dessa forma com o progresso da pesquisa como um todo. Por ser um projeto com a proposta flexível, existe a possibilidade de que o acréscimo de mais componentes gere certo impacto financeiro, posto que a ideia principal desse trabalho seja um custo benefício inteligente. Portanto, o que se procederá em trabalhos futuros é o estudo mais detalhado do acréscimo de mais elementos no dispositivo, a fim de obter dados relacionados com as particularidades da proposta. Os resultados, então, serão discutidos de forma metódica, sendo classificados como adequado ou não para atender e preservar as necessidades mínimas do projeto.

## 5 ANEXOS

### 5.1 Como conduzir o modo GSM via porta USB

```
// Shield: GPS/GPRS/GSM Modulo V3.0
// # Produto SKU: TEL0051
// # Versão: 0.1
// # Descrição
// # O esboço para a condução o modo GSM através da interface USB
// #Passos:
// # 1. Coloque a chave S1 para o lado Prog (lado direito)
// # 2. Coloque a chave S2 para o lado USB (lado esquerdo)
// # 3. Coloque a chave seletora UART na posição do meio.
// # 4. Carregue o esboço para a placa Arduino (Certifique-se de
(desligar o monitor de série)
// # 5. Coloque a chave S1 para o lado comm (lado esquerdo)
// # 6. Aperte o botão RST do Shield

void setup ()
{
  //Inicia os pinos condutores para a função GSM
  pinMode (3 ,OUTPUT); //inicializa o pino digital 3 como saída de dados
  pinMode (4,OUTPUT); // inicializa o pino digital 4 como saída de dados
  pinMode (5,OUTPUT);// inicializa o pino digital 5 como saída de dados
  //saída síncrona GSM
  digitalWrite (5,HIGH); // pino em nível logico alto
  delay (1500); // Aguarda 1,5 segundos
  digitalWrite (5,LOW); // pino em nível logico baixo
}
void loop() {
```

```
digitalWrite(3,LOW);//habilita GSM TX、 RX

digitalWrite(4,HIGH);//desabilita GPS TX、 RX

}
```

Comandos AT para enviar a mensagem do Shield para o celular:

- Enviar: AT
- Enviar: AT + CMGF = 1 (definir a mensagem para o formato de texto)
- Enviar: AT + CMGS = "XXXXX" (xxxx é o número de receptor)
- Depois de ver ">" digite a mensagem que deseja enviar
- Pressione 'ctrl + z' (Se você quiser cancelar, você pode pressionar ESC).

Comandos AT para fazer uma ligação da placa para o celular:

- Enviar: AT
- Enviar: ATDXXXXXXX; (xxxxxxx é o número de receptor, não se esqueça do ponto e vírgula ;)
- Depois de alguns segundos, o receptor irá receber um telefonema a partir deste escudo

Comandos AT para atender a ligação do celular para a placa:

- ATH: Desliga o telefone
- ATA: Atende ao telefone

## 5.2 Como conduzir o Modo de GPS via porta USB

```
// Shield: GPS/GPRS/GSM Modulo V3.0
// # Produto SKU : TEL0051
// # Versão: 0.1
// # Descrição
// # O esboço para a condução o modo GPS através da interface USB
// #Passos:
```

```

// # 1. Coloque a chave S1 para o lado Prog (lado direito)
// # 2. Coloque a chave S2 para o lado USB (lado esquerdo)
// # 3. Coloque a chave seletora UART na posição do meio.
// # 4. Carregue o esboço para a placa Arduino (Certifique-se de
desligar o monitor de série)
// # 5. Coloque a chave S1 para o lado comm (lado esquerdo)
// # 6. Aperte o botão RST do Shield
void setup ()
{
//Inicia os pinos condutores para a função GSM
pinMode (3,OUTPUT); //inicializa o pino digital 3 como saída de dados
pinMode (4,OUTPUT); // inicializa o pino digital 4 como saída de dados
pinMode (5,OUTPUT);// inicializa o pino digital 5 como saída de dados
//saída síncrona GSM
digitalWrite (5,HIGH); // pino em nível logico alto
delay (1500); // Aguarda 1,5 segundos
digitalWrite (5,LOW); // pino em nível logico baixo
}

void loop()
{
digitalWrite(3,HIGH);//desabilita GSM TX、RX

digitalWrite(4,HIGH);//desabilita GPS TX、RX
}

```

Após fazer o upload do código de exemplo, o usuário pode seguir estes passos para obter os dados de GPS:

Passos:

- Coloque o interruptor UART para o lado GSM
- Enviar: AT
- Enviar: AT + CGPSIPR = 9600 (definir a taxa de transmissão)

- Enviar: AT + CGPSPWR = 1 (ligar fonte de alimentação GPS)
- Enviar: AT + CGPSRST = 1 (reseta GPS no modo de autonomia)

### 5.3 Como conduzir o modo GSM via placa Arduíno

```
// Shield: GPS/GPRS/GSM Modulo V3.0
// # Produto SKU: TEL0051
// # Versão: 0.1
// # Descrição
// # O esboço Como conduzir o modo GSM via placa Arduíno

// # Steps:
// # 1. Coloque a chave S1 para o lado Prog (lado direito)
// # 2. Coloque a chave S2 para o lado Arduíno (lado direito)
// # 3 Coloque a chave seletora UART na posição do meio
// # 4. Carregue o esboço para a placa Arduíno (Certifique-se de
desligar o monitor de série)
// # 5. Coloque a chave S1 para o lado comm (lado esquerdo)
// # 6. Aperte o botão RST do Shield

byte gsmDriverPin [3] = {
  3,4,5};//O condutor padrão de pinos digitais para o modo GSM e GPS

void setup()
{
  // Inicia o condutor pinos para a função GSM
  for(int i = 0 ; i < 3; i++){
    pinMode(gsmDriverPin[i],OUTPUT);
  }
  digitalWrite(5,HIGH);//saída GSM síncrona
```

```

delay(1500);
digitalWrite(5,LOW);
digitalWrite (3,LOW);//Habilita modo GSM
digitalWrite (4,HIGH);//Desabilita o modo GSM
delay (2000);
Serial.begin (9600); // define a taxa de transmissão
delay (5000);//Pronto para ligar
delay (5000);
delay(5000);
}

void loop()
{
  Serial.println("AT"); //Enviar comando AT
  delay(2000);
  Serial.println("AT");
  delay(2000);
  //Enviar Mensagem
  Serial.println("AT+CMGF=1");
  delay(1000);
  Serial.println ("AT+CMGS=\"15800449871\ "); // Alterar o número de telefone do
receptor
  delay (1000);
  Serial.print ("HELLO");//a mensagem que deseja enviar
  delay (1000);
  Serial.write (26);
  while (1);
}
*Todos os comandos AT são escritos pelo algoritmo descrito.

```

#### 5.4 Como controlar o Arduíno via SMS

```

// Nome do produto: GPS / GPRS / GSM Módulo V3.0
// # SKU do produto: TEL0051

// # Descrição:
// # O esboço para controlar o módulo GSM / GPRS / GPS via SMS.
// # Passos:
// # 1. Coloque a chave S1 para o Prog (lado direito)
// # 2. Coloque o interruptor S2 para o lado USB (lado esquerdo)
// # 3. Coloque a chave seletora de UART na posição do meio.
// # 4. Carregar o esboço para a placa Arduino (Certifique-se de desligar outro
monitor de série)
// # 5. Coloque a chave S1 para o lado comm (lado esquerdo)
// # 6. Coloque o interruptor S2 para o lado Arduino (lado direito)
// # 7. Aperte o botão RST
// # 8. Ligue o lado mais longo do LED em pino 13 e o lado curto no GND
// # 9. Inicie o envio de "LH" e "LL" a sua placa para ver LED ligado e desligado.

byte gsmDriverPin[3] = {
3,4,5}; // O condutor padrão de pinos digitais para o modo GSM e GPS
int ledpin = 13;
char inchar;
void setup()
{
// Inicia o condutor pinos para a função GSM
for (int i = 0 ; i < 3; i++){
pinMode(gsmDriverPin[i],OUTPUT);
}
pinMode(ledpin,OUTPUT);
Serial.begin (9600); // define a taxa de transmissão
digitalWrite(5,HIGH); //Saída GSM sincrona
delay(1500);
digitalWrite(5,LOW);
digitalWrite (3,LOW); //habilita o modo GSM

```

```

digitalWrite(4,HIGH);//desabilita o mood GSM
delay(2000);
delay(5000);
delay(5000);
Serial.println ("AT+CMGD=1,4"); //apaga todas as mensagens da caixa
}

void loop()
{
if(Serial.available()>0)
{
inchar=Serial.read();
if(inchar=='T')
{
delay(10);
inchar=Serial.read();
if (inchar=='I') // Quando o módulo GSM receber a mensagem, ele irá exibir o
sinal '+ CMTI "SM", 1'
na porta serial
{
delay(10);
Serial.println ("AT+CMGR=1"); // Quando Arduino ler o sinal, envie o
"ler" AT comando para o módulo
delay(10);
}
}
else if (inchar=='L')
{
delay(10);
inchar=Serial.read();
if (inchar=='H') // O SMS ("LH") foi de exibido na porta serial, e Arduino tem
que reconhecê-lo.
{
delay(10);

```



```
digitalWrite(ledpin,HIGH); //Liga o led
delay(50);
Serial.println ("AT+CMGD=1,4"); //apaga todas as mensagens
delay(500);
}
if (inchar=='L') // O SMS ("LH") foi de exibido na porta serial, e Arduíno tem
que reconhecê-lo.
{
delay(10);
digitalWrite(ledpin,LOW); //desliga o led
delay(50);
Serial.println ("AT+CMGD=1,4"); //apaga todas as mensagens
}}
}
```

## **5.5 DataSheet/Esquema Elétrico**

### **5.5.1 Arduíno Uno**

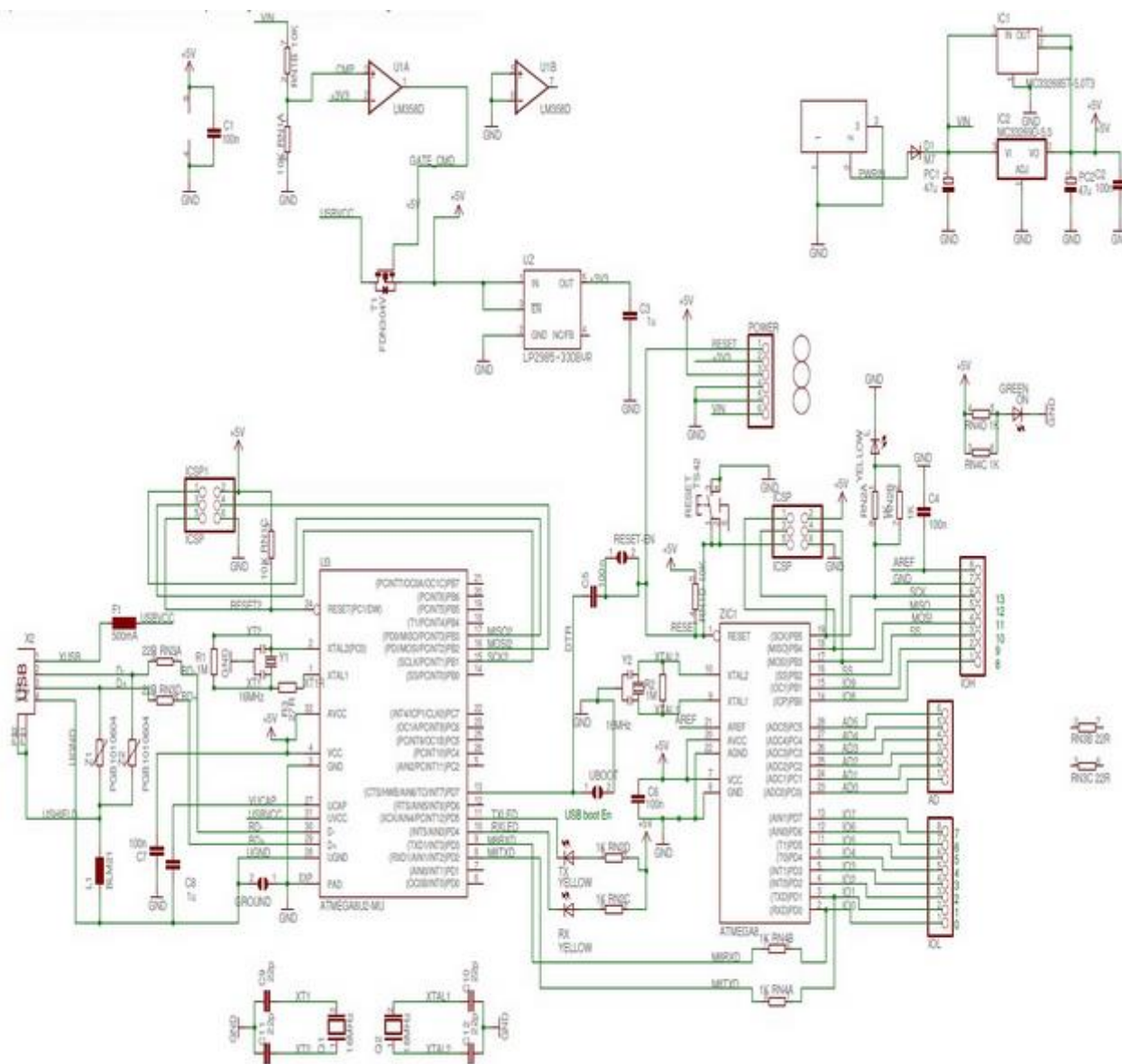


Figura 17 - Esquemático Arduino  
 Fonte: (Esquemático Arduino Uno, 2015, p.1).

### 5.5.2 Shield GPS/GPRS/GSM

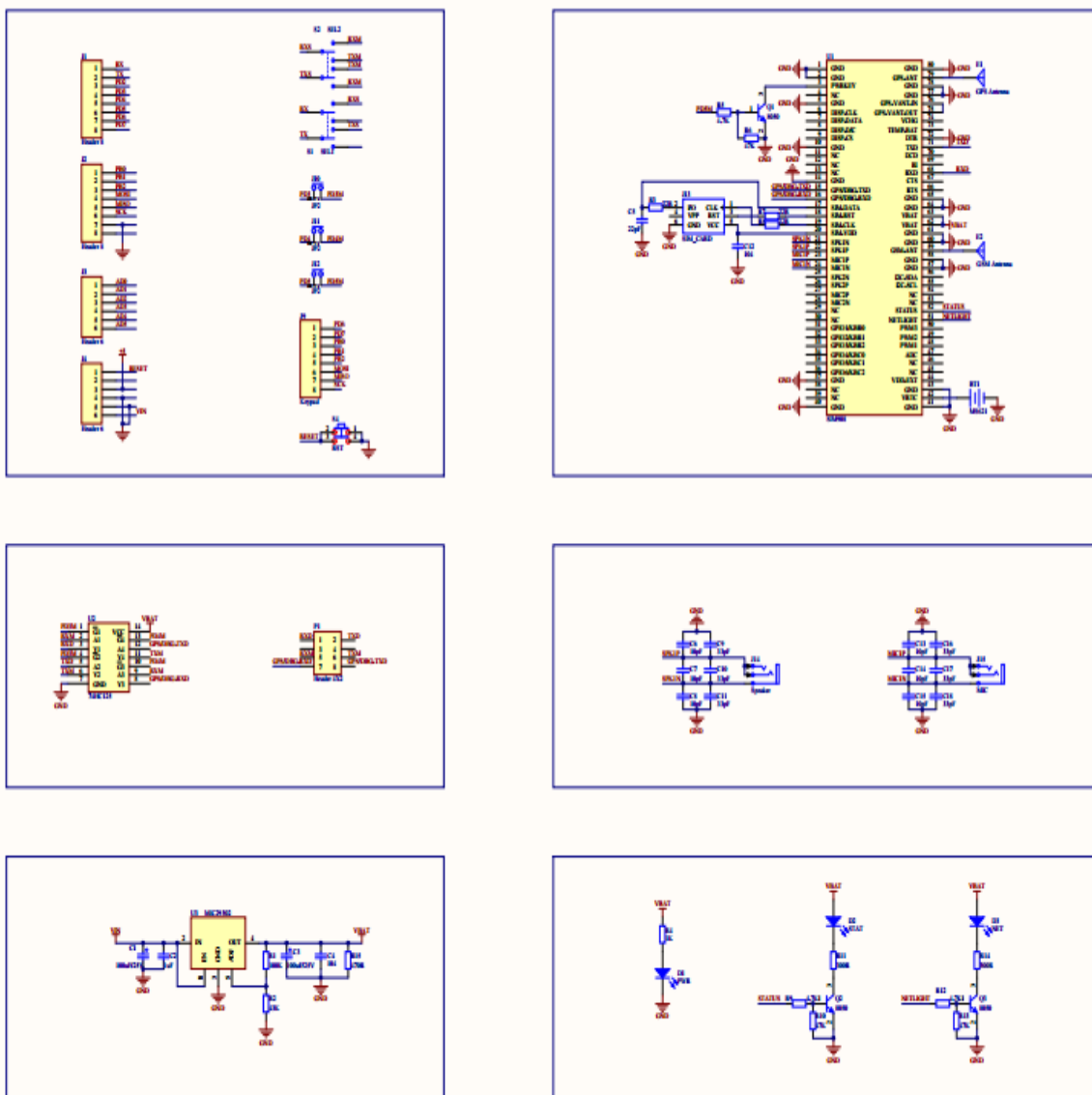


Figura 18 - Esquemático Shield GPS/GPRS/GSM  
 Fonte: (Esquemático do Shield GPS/GPRS/GSM , 2015, p.1).

5.5.3 MPU-6050

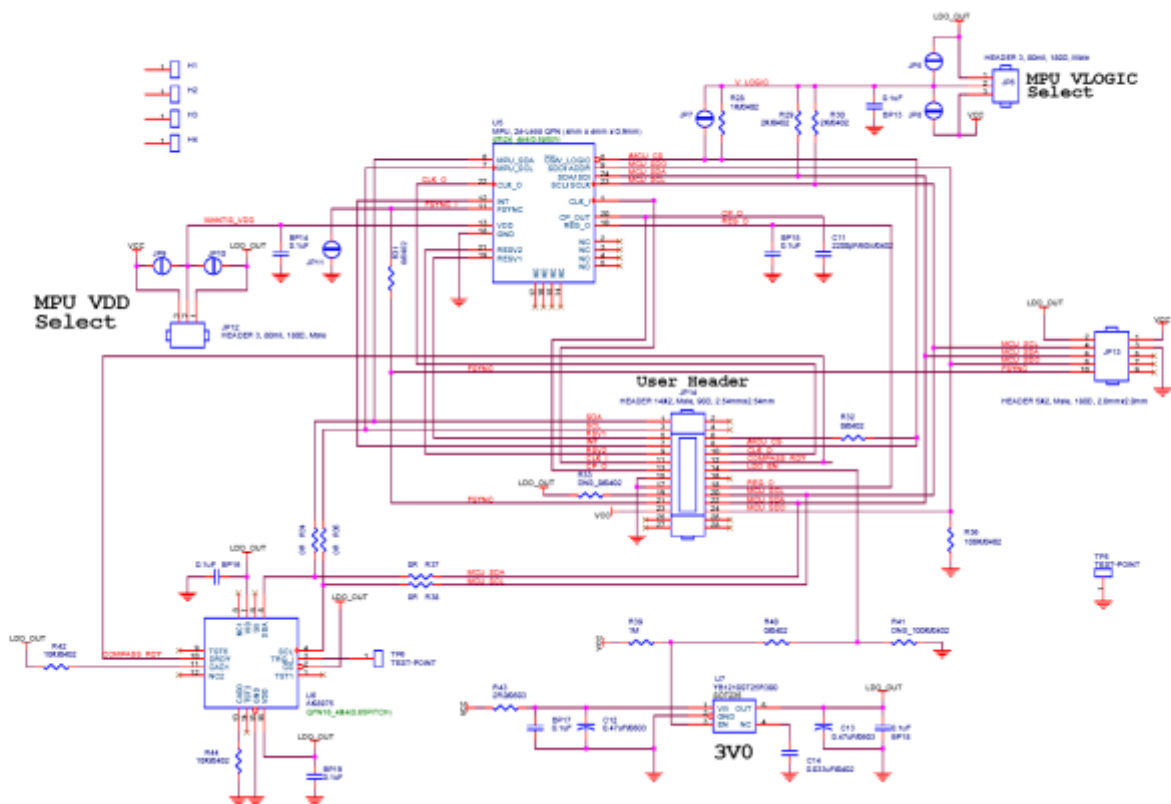


Figura 19 - Esquemático do Sensor MPU-6050  
 Fonte: (Esquemático MPU-6050, 2015, p.1).

## REFERÊNCIAS

BARROS *et al.* **SINTAXE ESPACIAL COMO FERRAMENTA DE DEFINIÇÃO DE PARÂMETROS DE HIERARQUIA VIÁRIA**. 2005. 12f. Monografia (Bacharelado em Arquitetura, Urbanismo e Transporte) - Universidade de Brasília, UNB, 2005.

BEPPU *et al.* **Introdução ao Kit de Desenvolvimento Arduíno**. Niterói -RJ: Universidade Federal Fluminense, 2013. 80p.

BORGES *et al.* **Embedded System for Detecting and Georeferencing Holes in Roads**. Ministério da Ciência e Tecnologia, Conselho Nacional de Pesquisa, n.11, p.5, 2011.

CALACHE, D. C. **Caracterização de um Acelerômetro Baseado em Sistemas Microeletromecânicos (MEMS)**. 2013. 90f. Monografia (Bacharelado em Tecnologia e Ciências) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013..

CESAR *et al.* **IMPACTO DO DESENHO DA MALHA VIÁRIA NA MOBILIDADE URBANA**. Paranoá-Cadernos de arquitetura e urbanismo, Universidade de Brasília, n.9, p.20, 2013. Disponível em:  
<<http://periodicos.unb.br/index.php/paranoa/issue/view/1011>> Acesso em: 7 jun. 2015

FORHAN, N. A. E. **GIROSCÓPIOS MEMS**. 2010. 84f. Monografia (Bacharelado em Ciência e Tecnologia) - INPE, São José dos Campos, 2010. Disponível em:  
<<<http://urlib.net/sid.inpe.br/mtc-m19@80/2010/01.25.18.42>>> Acesso em: 26 jun. 2015

GAIER, M. B. **Aprendendo a Programar em Arduíno**. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso - Campos Cuiabá: PET Auto Net, 2011. 49p.

GDF/SSP/DETRAN/GEREST, **FROTA DE VEÍCULOS REGISTRADOS NO DISTRITO FEDERAL**. DETRAN: DETRAN/GEREST, 2015. 1p.

JUNIOR *et al.* **Análise espacial da evolução de manchas urbanas ao longo de rodovias federais**. 2007. 6f. Monografia (Licenciatura em Programa de Pós-Graduação em Transportes – PPGT) - Universidade de Brasília – UnB, Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-INPE, 2007. Disponível em:  
<<http://marte.sid.inpe.br/attachment.cgi/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.16.02.24.49/doc/5507-5512.pdf>> Acesso em: 7 jun. 2015

JUSTEN, Á. **Curso de Arduíno**. cursodearduino.com: Apostila do Aluno, 2014. 36p.

KAPLAN, E. D. **Understanding GPS: Principles and Applications, Second Edition**. 2. ed. EUA: Christopher Hegarty, 200. 726p.

LANGLEY, R. **Dilution of Precision**. 1. ed. EUA: GPS World, 1999. 52p.

MÓVEIS, S. C.; TERRESTRES, **ANATEL da Consulta Pública 198**. Brasil: GSM Association, 1999. 20p.

ROMERO, C. **Rastreamento de posição com monitoração e transmissão de dados**. 2013. 80f. Monografia (Bacharelado em Eletrônica e Computação) - Escola Politécnica – Departamento de Eletrônica e de Computação, Rio de Janeiro – RJ, 2013.. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO Escola Politécnica – Departamento de Eletrônica e de Computação Centro de Tecnologia, bloco H, sala H-217, Cidade Universitária Rio de Janeiro – RJ CEP 21949-900

SANTOS, R. D. L.  
[http://www.gta.ufrj.br/ensino/eel879/trabalhos\\_vf\\_2008\\_2/ricardo/3.html](http://www.gta.ufrj.br/ensino/eel879/trabalhos_vf_2008_2/ricardo/3.html). Brasil: Site, 2014. 0p.

SOUZA, F. : <http://www.embarcados.com.br/arduino-uno/>. site: Embarcados.com, 2013. 0p.

SYSTEM, S. **Rastreamento de veículos via satélite**. São Paulo - SP:  
<http://www.stopsystem.com.br/caminhao-ou-frotas.html>, 2015. 0p.

TECH, C. S. **SIM908 AT Command Manual\_V1.01**. DFRobot: SIMCom, 2011. 249p.

VASILJEVIC, G. **Apostila de Arduíno**. Brasil: Autoria própria, 2013. 20p.

**Agência Nacional de Transportes Terrestres - ANTT- Anuário Estatístico dos Transportes Terrestres**. Disponível em: <[www.antt.gov.br](http://www.antt.gov.br)> Acesso em: 7 jun. 2015

**Arduíno**. Disponível em: <<http://www.arduino.cc/>> Acesso em: 7 jun. 2015

**Autotrac.** Disponível em: <<https://www.autotrac.com.br/>> Acesso em: 7 jun. 2015

**Buracos proliferam, ainda que a Novacap assegure o recapeamento diário.**

Disponível em:

<[http://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/cidades/2015/03/24/interna\\_cidade\\_sdf,476717/buracos-proliferam-ainda-que-a-novacap-assegure-o-recapeamento-diario.shtml](http://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/cidades/2015/03/24/interna_cidade_sdf,476717/buracos-proliferam-ainda-que-a-novacap-assegure-o-recapeamento-diario.shtml)> Acesso em: 24 mar. 2015

**Contran - Conselho Nacional de Trânsito.** Disponível em:

<<http://www.denatran.gov.br/contran.htm>> Acesso em: 7 jun. 2015

**Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT .** Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/>> Acesso em: 7 jun. 2015

**Departamento de Estradas de Rodagem do Distrito Federal.** Disponível em:

<<http://www.der.df.gov.br/servicos/obras/operacao-tapa-buraco.html>> Acesso em: 7 jun. 2015

**DF Robot Module V3.0 GPS/GPRS/GSM.** Disponível em:

<[http://www.dfrobot.com/wiki/index.php/GPS/GPRS/GSM\\_Module\\_V3.0\\_\(SKU:TELO051\)](http://www.dfrobot.com/wiki/index.php/GPS/GPRS/GSM_Module_V3.0_(SKU:TELO051))> Acesso em: 7 jun. 2015

**DFRobot.** Disponível em:

<[http://www.dfrobot.com/wiki/index.php/GPS/GPRS/GSM\\_Module\\_V3.0\\_\(SKU:TELO051\)](http://www.dfrobot.com/wiki/index.php/GPS/GPRS/GSM_Module_V3.0_(SKU:TELO051))> Acesso em: 15 jun. 2015

**EBC-Modelo consegue prever desgaste de pavimentos de rodovias.** Disponível em: <<http://www.ebc.com.br/tecnologia/2012/07/modelo-consegue-prever-desgaste-de-pavimentos-de-rodovias>> Acesso em: 7 jun. 2015

**EMBARCADOS.** Disponível em: <<http://www.embarcados.com.br/arduino-acelerometro-giroscopio/>> Acesso em: 26 jun. 2015

**Esquemático Arduíno Uno.** Disponível em:

<<https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno>> Acesso em: 26 jun. 2015

**Esquemático do Shield.** Disponível em:

<[http://www.dfrobot.com/index.php?route=product/product&product\\_id=673#.VY1fFBtVikq](http://www.dfrobot.com/index.php?route=product/product&product_id=673#.VY1fFBtVikq)> Acesso em: 26 jun. 2015

**Esquemático do MPU-6050.** Disponível em:

<<http://www.invensense.com/products/motion-tracking/6-axis/mpu-6050/>> Acesso em: 26 jun. 2015

**Estrutura da Rede GSM..** Autor Nicolás Müller Disponível em:

<[http://www.oficinadanet.com.br/artigo/733/gsm\\_o\\_que\\_e\\_e\\_como\\_funciona](http://www.oficinadanet.com.br/artigo/733/gsm_o_que_e_e_como_funciona)> Acesso em: 1 jun. 2015

**O Carreiro.** Disponível em: <<http://www.ocarreiro.com.br/>> Acesso em: 7 jun. 2015

**Zatix.** Disponível em: <<http://www.zatix.com.br/>> Acesso em: 7 jun. 2015