

UNIVERSIDADE SAGRADO CORAÇÃO

EDUARDO RODRIGUES DOS ANJOS

**PROTÓTIPO DE SISTEMA DE DETECÇÃO E AVISO
DE TERREMOTOS BASEADO EM DISPOSITIVOS DE
TELEFONIA MÓVEL**

BAURU

2012

UNIVERSIDADE SAGRADO CORAÇÃO

**PROTÓTIPO DE SISTEMA DE DETECÇÃO E AVISO
DE TERREMOTOS BASEADO EM DISPOSITIVOS DE
TELEFONIA MÓVEL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas como parte dos requisitos para obtenção do Título de Bacharel em Ciência da Computação, sob orientação do Prof. Ms. Anderson Francisco Talon.

BAURU

2012

A599p

Anjos, Eduardo Rodrigues dos

Protótipo de sistema de detecção e aviso de terremotos baseados em dispositivo de telefonia móvel / Eduardo Rodrigues dos Anjos -- 2012.

65f. : il.

Orientador: Prof. Me. Anderson Francisco Talon.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência da Computação) – Universidade do Sagrado Coração – Bauru – SP

1. Android. 2. Terremoto. 3. Sismos. 4. Acelerometro. 5. Java. I. Talon, Anderson Francisco. II. Título.

EDUARDO RODRIGUES DOS ANJOS

**PROTÓTIPO DE SISTEMA DE DETECÇÃO E AVISO
DE TERREMOTOS BASEADO EM DISPOSITIVOS DE
TELEFONIA MÓVEL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas como parte dos requisitos para obtenção do Título de Bacharel em Ciência da Computação, sob orientação do Prof. Ms. Anderson Francisco Talon.

Banca examinadora:

Prof. Ms. Anderson Francisco Talon
Universidade do Sagrado Coração

Prof. Dr. Élvio Gilberto da Silva
Universidade do Sagrado Coração

Prof. Ms. Wiliam Carlos Galvão
Universidade do Sagrado Coração

Bauru, 03 de Dezembro de 2012.

Agradecimentos

À **DEUS** pela vida.

Aos amigos e acadêmicos **Lucas Gomes** e **Hugo Sakata** pelo auxílio nas minhas pesquisas.

Ao professor **Marcelo Assumpção** do Instituto de Astronomia e Geofísica da USP, pelo apoio durante as pesquisas.

À **Universidade Sagrado Coração**, pela oportunidade oferecida para realização do curso de bacharel.

Ao amigo e professor **Anderson Talon**, pelo apoio incondicional, orientação e auxílio durante toda a pesquisa.

Aos amigos e professores **Patrick Pedreira**, **Élvio Gilberto**, **Dariel Carvalho**, **André Castro**, **Henrique Pachioni** e **Kelton Costa**, pelo apoio e amizade durante todo o curso.

Aos meus Pais, **Wilson e Sonia**, que me deram toda a estrutura para que me tornasse a pessoa que sou hoje. Pela confiança e pelo amor que me fortalece todos os dias.

À minha noiva e futura esposa, **Fernanda**, pela paciência e apoio nos momentos difíceis.

Obrigado a todos por me darem forças para chegar até aqui!

“We are stuck with technology
when what we really want is just
stuff that works.”

(Douglas Adams)

RESUMO

Os eventos catastróficos que ocorreram nos últimos anos, dentre estes os terremotos, demonstraram a fragilidade e a falta de recursos de ordem material, financeira e de pesquisas para estudar o fenômeno e ajudar a minimizar o impacto destes. O objetivo deste estudo é integrar o sensor de movimentos (acelerômetro) com o serviço de mensagens de texto (SMS), tecnologias facilmente encontradas nos dispositivos móveis de telefonia conhecidos como celulares, tornando o mesmo uma estação sísmica remota fixa terrestre, para ajudar no estudo da detecção e aviso nas regiões onde ocorrem estas catástrofes sísmicas, visto que atualmente o celular é um dispositivo acessível e barato, podendo ser utilizado como meio de detecção e aviso de terremotos que possam causar grande destruição, ajudando a minimizar as perdas de ordem material e humana.

Palavras – Chave: detecção de terremotos, acelerômetro, celular, SMS.

ABSTRACT

The catastrophic events that have occurred in recent years, among them earthquakes, demonstrated the fragility and lack of resources of material, financial and research to study the phenomenon and help minimize their impact. The aim of this study is integrate the motion sensor (accelerometer) with the text messaging service (SMS) technology widely available in mobile devices known as mobile telephony, making it a fixed seismic station remote land, to help study of detection and warning in areas where these disasters occur seismic, since currently the phone is a handy and inexpensive and can be used as a means of detecting and warning of earthquakes that can cause great destruction, helping to minimize the loss of a material and human.

Keywords: detection of earthquakes, accelerometer, phone, SMS.

Lista de Figuras

Figura 1 - ENIAC, o primeiro computador construído.	11
Figura 2 - Tim Cook, presidente da Apple, apresentando o celular IPHONE 5.	11
Figura 3 - SOS LIFE e Earthquake Detector, € 250,00 Euros (R\$ 900)	12
Figura 4 – Samsung Galaxy Pocket e LG Optimus L3, R\$ 349,00 e R\$ 379,00	13
Figura 5 - Terremotos e vítimas no ano de 2010 e parte de 2011	13
Figura 6 - Placas tectônicas.....	17
Figura 7 - Destruição causada por terremoto	18
Figura 8 - Demonstração do hipocentro (foco) e do epicentro de um terremoto	18
Figura 9 - Formação do maremoto	19
Figura 10 - Gráfico do sismógrafo	20
Figura 11 - Intensidade e Estragos por escala Richter	20
Figura 12 - Tempo de propagação de um terremoto	24
Figura 13 - Sismógrafo de Chang Heng.....	25
Figura 14 - Sismógrafo moderno.....	26
Figura 15 - Giroscópio segundo Jean Bernard	27
Figura 16 - Eixos X, Y e Z.....	27
Figura 17 - Acelerômetro do mouse.....	28
Figura 18 - Acelerômetro visto de um microscópio.....	29
Figura 19 - Bastonetes do Acelerômetro	29
Figura 20 - Arquitetura Plataforma Android	31
Figura 21 - Como funciona o envio de SMS.....	33
Figura 22 – Eclipse	35
Figura 23 – Etapas do Estudo.....	36
Figura 24 - Galaxy Pocket	37
Figura 25 - Conexão via USB.....	38
Figura 26 - Protótipo do sistema	39
Figura 27 - Protótipo do sistema em funcionamento	40
Figura 28 - Ângulo estado inicial e estado final.....	41
Figura 29 - Mensagem recebida.....	41
Figura 30 – Protótipo no estágio inicial, 0°.	42
Figura 31 – Protótipo no estágio final, 90°.....	42
Figura 32 – Mapa de Bauru/SP com as localidades de envio e recebimento de SMS	43
Figura 33 - Mapa de Itapetininga/SP com as localidades de recebimento de SMS de origem de Bauru/SP	44

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Energia liberada em alguns terremotos	21
Tabela 2 - Frequência anual de terremotos no mundo.	22
Tabela 3 - Maiores terremotos de 1990 a 2011.....	22
Tabela 4 - Terremotos com maior numero de vítimas de 1990 a 2011.	23
Tabela 5 - Resultados dos testes e envio e recebimento de SMS utilizando o protótipo.....	45

Lista de abreviaturas e siglas

API	Application Programming <i>Interface</i>
ENIAC	Electronic Numerical Integrator and Computer
GNU	Gnu is Not Unix
GSM	Global System for Mobile
HSW	How Stuff Works
JVM	Java Virtual Machine
Open GL	Open Graphics Library
SDK	<i>Software</i> Development Kit
SMS	Small Message Service
SQL	Structured Query Language
TNT	Trinitrotolueno, composto explosivo.
USGS	United States Geological Survey's
WIFI	Wireless Fidelity

Sumário

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	MOTIVAÇÃO	14
2	OBJETIVOS	15
2.1	Objetivo Geral	15
2.2	Objetivos Específicos	15
3	Justificativa	16
4	REFERENCIAL TEÓRICO	17
4.1	TERREMOTO	17
4.2	MAREMOTO	19
4.3	ESCALA RICHTER	19
4.4	PROPAGAÇÃO DE UM TERREMOTO	24
4.5	SISMÓGRAFO	25
4.6	GIROSCÓPIO	26
4.7	ACELERÔMETRO	27
4.8	ANDROID	30
4.9	SMS	32
5	METODOLOGIA	35
6	RESULTADOS OBTIDOS	38
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
	REFERÊNCIAS	51
	APÊNDICE A – Artigo SBC	55

1 INTRODUÇÃO

Na última década uma série de catástrofes sísmicas vem assolando a humanidade, dentre os mais destruidores estão os terremotos e os tsunamis, sendo o segundo tendo como precursor o primeiro.

Um sismo resulta da ação de forças que atuam sobre uma dada estrutura geológica localizada na parte rígida da Terra. Para compreender porque um sismo ocorre em determinado local, com determinadas características, é necessário dispor de um vasto conjunto de dados sismológicos, geofísicos e geológicos para, então, se tentar explicar, por meio de modelos, a sua ocorrência. (BARROS, 2010, p.1).

Em um mundo globalizado como hoje, uma grande gama de recursos tecnológicos faz parte de nossas vidas, um dos principais meios deste “leque” de recursos é o computador, que com o auxílio da rede mundial de computadores chamada Internet, é usado para realizar as mais distintas tarefas, tais como compras, trabalho, educação e entretenimento, substituindo as rotinas manuais que antes nos custava tempo e dinheiro.

“O ensino auxiliado pela internet tem o potencial de melhorar o ensino e a aprendizagem mais do que qualquer outra inovação recente.” (PRITCHARD, 2007, p. 144).

No século passado os computadores ocupavam uma sala inteira, (Figura 1) que era composto por aproximadamente 18.000 válvulas, pesava 30 toneladas (SCIENCE CLARIFIED, 2005). Hoje, cabe na palma de nossas mãos, desafiando os computadores de maior porte, inclusive, realizando rotinas antes consideradas impossíveis em dispositivos tão pequenos.

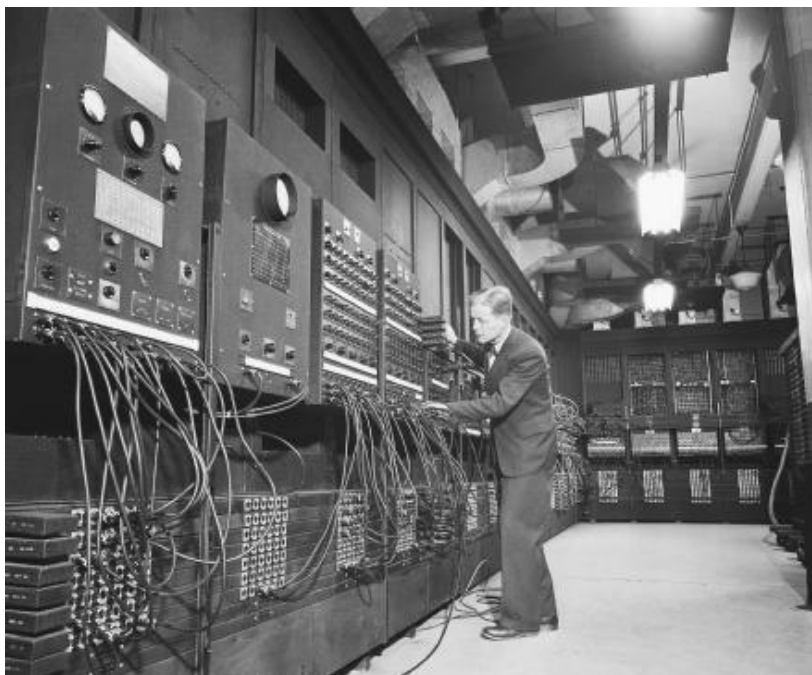


Figura 1 - ENIAC, o primeiro computador construído.
 FONTE: SCIENCE CLARIFIED, 2005.

Hoje, dispositivos móveis do tipo celular (Figura 2) são a grande vedete dos meios de comunicações atuais. Sendo ao mesmo tempo um telefone portátil e um computador de mão, o celular reúne uma infinidade de recursos e desempenho similar aos computadores utilizados hoje, porém infinitamente menores.



Figura 2 - Tim Cook, presidente da Apple, apresentando o celular IPHONE 5.
 FONTE: APPLE.com, 2012.

O celular pode ser utilizado para executar diversas tarefas em diversas áreas. Neste estudo foram utilizados estes recursos, para ajudar na detecção e aviso de terremotos.

Neste estudo foram utilizados dois recursos disponíveis na grande maioria dos aparelhos celulares atuais, o dispositivo de detecção de movimentos, conhecido como acelerômetro e o envio de mensagens de texto (SMS).

Conforme pesquisa, o celular com o protótipo de sistema de detecção e aviso de terremotos funciona como estação sismológica remota fixa terrestre. É importante que isto seja lembrado durante toda a leitura deste estudo, além disso, feito um levantamento dos custos de sensores de terremoto comercial do tipo (Figura 3), ambos não possuem o recurso de envio de SMS, ou seja, teremos apenas um comparativo simples, visto que não foram encontrados sensores com este recurso embutido, salvo estações sísmicas mais complexas segundo TERRA BRASIL (2008) e Jornal Estado de Minas (2012), porém com aparelhos ultrasensíveis com valor de R\$ 10.000 a aproximadamente R\$ 150.000, comparando com celulares (Figura 4) com os recursos que foi utilizado, constatamos que além de acessível e barato, foi um fator positivo quanto a custos para o desenvolvimento deste trabalho que busca auxiliar na detecção e aviso de terremotos, buscando minimizar as perdas materiais e de vidas.

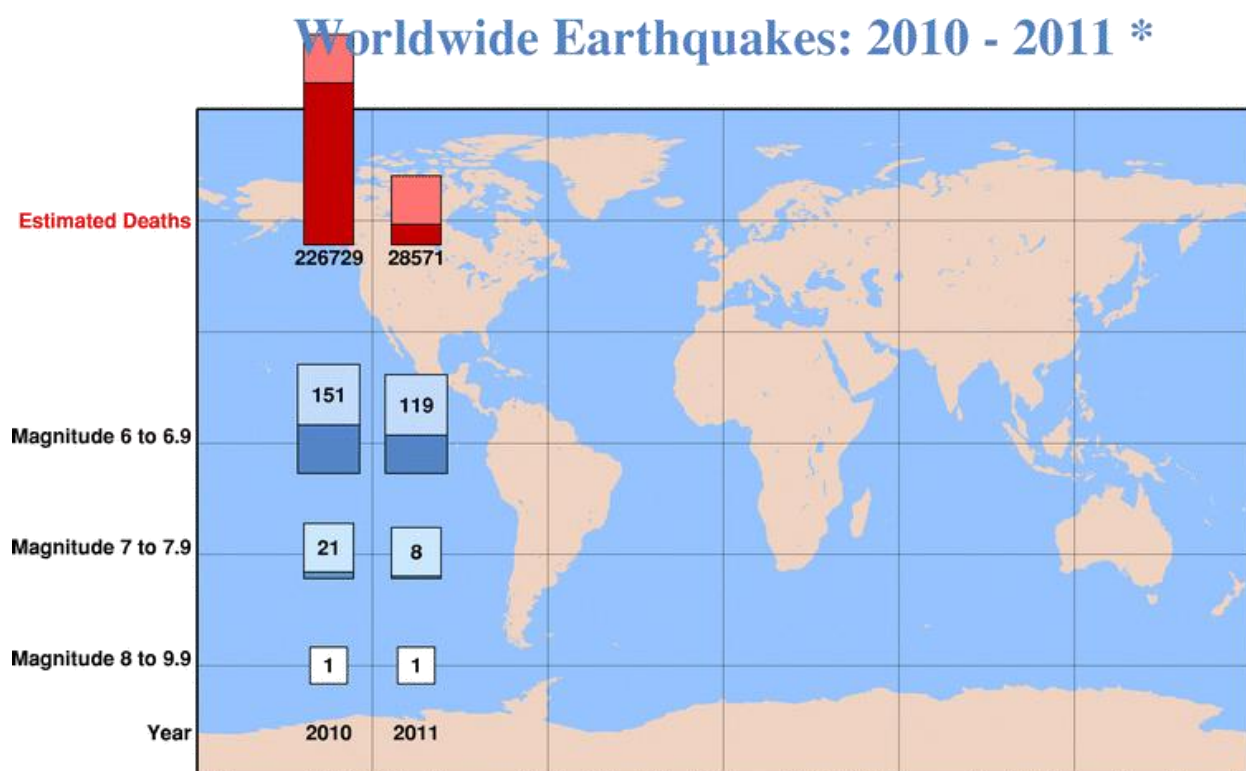


Figura 3 - SOS LIFE e Earthquake Detector, € 250,00 Euros (R\$ 900)
FONTE: LAMIT COMPANY, 2011; BUSYTRADE, 2012



Figura 4 – Samsung Galaxy Pocket e LG Optimus L3, R\$ 349,00 e R\$ 379,00
 FONTE: AMERICANAS.COM, 2012

Segundo USGS (2011), conforme Figura 5, quase 227.000 pessoas morreram no ano de 2010 em decorrência dos terremotos, ressaltando a importância cada vez maior de estudos como este que colaboram para amenizar o impacto destas catástrofes.



2011 05 18

* Located by the USGS National Earthquake Information Center

Figura 5 - Terremotos e vítimas no ano de 2010 e parte de 2011
 FONTE: USGS, 2011.

1.1 MOTIVAÇÃO

A motivação deste estudo é criar um protótipo de sistema de detecção e aviso de terremotos baseado em dispositivos de telefonia móvel, funcionando como estação sistêmica fixa terrestre, ajudando a minimizar as perdas materiais e humanas, visto que os terremotos são fenômenos que o homem não é capaz de prever, cabendo apenas ajudar a minimizar o impacto destrutivo causado pelo mesmo quando já houve a ocorrência.

Hoje, os sistemas atuais de detecção e aviso de terremotos demandam muito tempo de pesquisa e desenvolvimento, demandando enormes quantidades de recursos financeiros e humanos.

Este estudo demonstra que a partir de um simples e amplamente acessível celular é possível criar um dispositivos que possa detectar e avisar sobre a ocorrência de terremotos, não demandando muita pesquisa, fator crucial para ajudar os países que carecem de recursos financeiros e humanos para o desenvolvimento destes dispositivos.

Diante deste contexto ressalta-se a necessidade do estudo dessa tecnologia que é um benefício real para ajudar na detecção destes fenômenos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Desenvolvimento de um protótipo sistema de detecção e aviso de terremotos baseado em dispositivos de telefonia móvel, com a integração de sensor de movimentos (Acelerômetro) com o envio de mensagens de texto (SMS), ambos presentes em dispositivos de telefonia móveis atuais.

2.2 Objetivos Específicos

- Utilizou-se recursos presentes nos celulares atuais para desenvolver um sistema integrando o detector de movimentos (Acelerômetro) com o envio de mensagens de texto (SMS).
- Foi desenvolvido um algoritmo para captar os valores gerados pelo Acelerômetro através de movimentos, integrando com o envio de mensagem de texto (SMS).

3 Justificativa

A integração do sensor de movimentos (acelerômetro) com o serviço de mensagens de texto (SMS), objetos deste estudo, tecnologias facilmente encontradas nos dispositivos móveis de telefonia conhecidos como celulares, vem colaborar no estudo da detecção e aviso nas regiões onde ocorrem catástrofes sísmicas.

Atualmente o celular é um dispositivo acessível e barato, o mesmo pode ser utilizado como meio de detecção e aviso de eventos sísmológicos que possam causar grande destruição, ajudando a minimizar as perdas de ordem material e humana.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 TERREMOTO

Segundo USGS (2011), os principais países em que ocorrem estes abalos sísmicos são: Japão, Indonésia, Índia, Filipinas, Papua Nova Guiné, Turquia, EUA, Haiti e Chile (Figura 7), suas localizações são próximas a falhas geológicas e conjunturas de placas tectônicas propensas a terremotos.



Figura 6 - Placas tectônicas
 FONTE: REVISTA ESCOLA, 2011.

Terremotos, também chamados de abalos sísmicos, são tremores passageiros que ocorrem na superfície terrestre. Esse fenômeno natural pode ser desencadeado por fatores como atividade vulcânica, falhas geológicas e, principalmente, pelo encontro de diferentes placas tectônicas (Figura 6). (BRASIL ESCOLA, 2011)



Figura 7 - Destruição causada por terremoto
FONTE: BRASIL ESCOLA, 2011.

O local onde há o encontro entre as placas tectônicas é chamado de hipocentro (no interior da Terra) e o epicentro é o ponto da superfície acima do hipocentro. As consequências podem ser sentidas a quilômetros de distância, dependendo da proximidade da superfície que ocorreu a colisão (hipocentro) e da magnitude do terremoto. (BRASIL ESCOLA, 2011).

Além das ocorrências terrestres (Figura 8), ocorre também no fundo dos oceanos, causando os Maremotos.

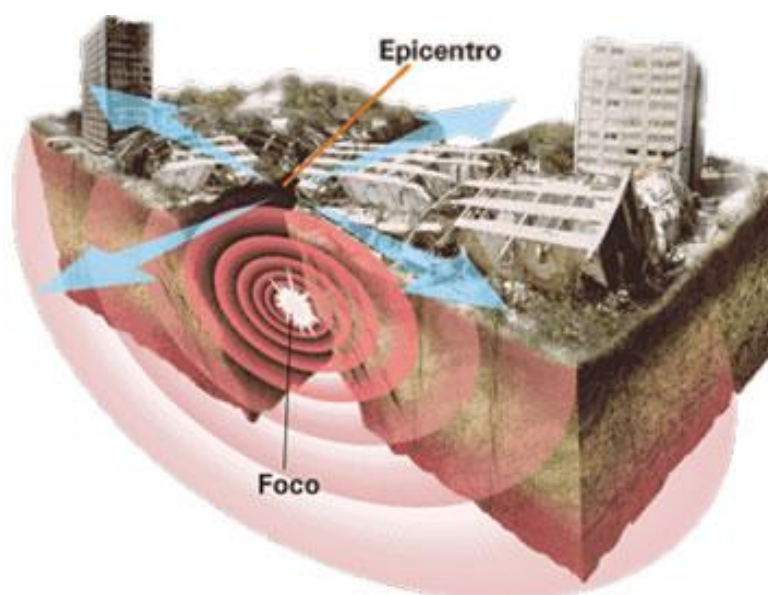


Figura 8 - Demonstração do hipocentro (foco) e do epicentro de um terremoto
FONTE: BRASIL ESCOLA, 2011.

4.2 MAREMOTO

Segundo PORTAL SÃO FRANCISCO (2011), os maremotos (Figura 9) são ondas gigantes formadas por eventos sísmicos submarinos, também causados pela movimentação das placas tectônicas, tais ondas quando chegam ao litoral de grandes áreas povoadas causam grande destruição.

1. A ruptura causada pelo tremor no leito do mar empurra a água para cima, dando início à onda.
2. A onda gigante se move nas profundezas do oceano em velocidade altíssima.
3. Ao se aproximar da terra, a onda perde velocidade, mas fica mais alta.
4. Ela então avança por terra, destruindo tudo em seu caminho.

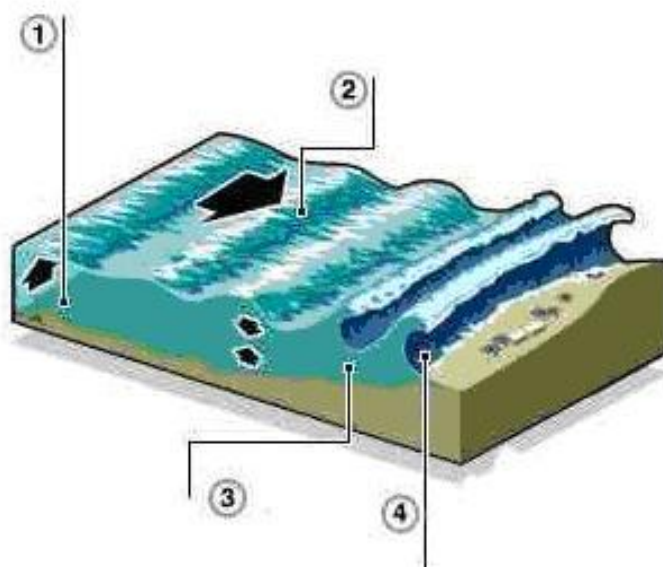


Figura 9 - Formação do maremoto
 FONTE: PORTAL SÃO FRANCISCO, 2011.

4.3 ESCALA RICHTER

Segundo USGS (2011), a escala de magnitude de Richter foi desenvolvida em 1935 pelo americano Charles Francis Richter (1900 -1985) e pelo alemão Beno Gutenberg (1889 – 1960), ambos do Instituto de Tecnologia da Califórnia, como um cálculo matemático para comparar o tamanho dos terremotos. A magnitude de um terremoto é determinada a partir do logaritmo da amplitude das ondas registradas pelos sismógrafos (Figura 10).

Os ajustes são incluídos para a variação da distância entre os vários sismógrafos e o epicentro dos terremotos. Na escala Richter, a magnitude é expressa em números inteiros e frações decimais. Por exemplo, um valor 5,3 pode

ser calculado para um sismo moderado, e um forte terremoto pode ser classificado como sendo de magnitude 6,3. Por causa da base logarítmica da escala, cada aumento de número inteiro na escala em magnitude representa um aumento de dez vezes na amplitude medida, como uma estimativa da energia, cada grau representado por um número inteiro na escala de magnitude corresponde à liberação de cerca de 31 vezes mais energia do que a quantidade associada ao valor do grau anterior, para ter uma idéia disto os efeitos podem ser exemplificados na Figura 11 onde “p” significa o ponto inicial e “s” o sismo propriamente dito.

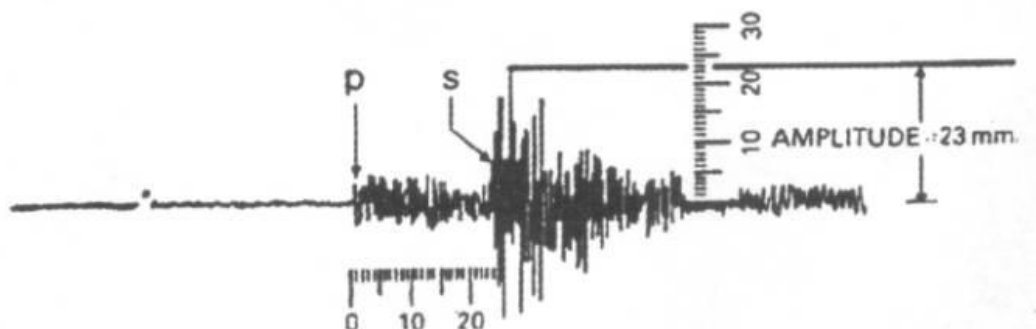


Figura 10 - Gráfico do sismógrafo
 FONTE: ESCALA RICHTER - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2011.

Magnitude Richter	Efeitos
Menor que 3,5	Geralmente não sentido, mas gravado.
Entre 3,5 e 5,4	Às vezes sentido, mas raramente causa danos.
Entre 5,5 e 6,0	No máximo causa pequenos danos a prédios bem construídos, mas pode danificar seriamente casas mal construídas em regiões próximas.
Entre 6,1 e 6,9	Pode ser destrutivo em áreas em torno de até 100 km do epicentro.
Entre 7,0 e 7,9	Grande terremoto. Pode causar sérios danos numa grande faixa.
8,0 ou mais	Enorme terremoto. Pode causar graves danos em muitas áreas mesmo que estejam a centenas de quilômetros.

Figura 11 - Intensidade e Estragos por escala Richter
 FONTE: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2011.

Segundo BRASIL ESCOLA (2011), a equação proposta por Richter pode ser formulada de várias formas, dependendo das variáveis adotadas para compor a equação. No caso da energia mecânica liberada, a equação é:

$$M = 0,67 \cdot \log E - 3,25$$

A equação mencionada acima representa matematicamente a energia liberada em um terremoto. É medida em joules conforme Tabela 1, tomando como parâmetro que a energia liberada por 1 grama de TNT equivale a 4.184 Joules.

Tabela 1 - Energia liberada em alguns terremotos

Magnitude (M)	Energia em joules (E)	Ocorrência
2	$6,3 \times 10^7$	Praticamente imperceptível
5	$2,0 \times 10^{12}$	Bomba atômica em Hiroshima, Japão 1945
6,7	$7,1 \times 10^{14}$	Estados Unidos(Los Angeles) 1994
6,9	$1,4 \times 10^{15}$	Armênia, 1998
7	$2,0 \times 10^{15}$	Magnitude de referência para grandes terremotos
7,2	$4,0 \times 10^{15}$	Japão(Kobe), 1995
7,4	$7,9 \times 10^{15}$	Turquia, 1999
7,8	$1,6 \times 10^{16}$	China(Tangshan), 1976
7,9	$4,4 \times 10^{16}$	Japão(Tóquio e Yokohama), 1923 e China 2008
8,1	$8,7 \times 10^{16}$	México (Cidade do México), 1985
8,3	$1,8 \times 10^{17}$	Estados Unidos (São Francisco) 1906
8,6	$5,0 \times 10^{17}$	Chile, 1960
8,8	-	Chile, 2010

FONTE: INFO ESCOLA, 2011.

Segundo USGS (2011), como demonstrado na Tabela 2 e Tabela 3, nas últimas duas décadas, constata-se que uma vez a cada ano, ocorre um terremoto de grande magnitude, além disso, como consta na Tabela 4, quase 800.000 pessoas morreram em decorrência apenas destes acima de 7.7, na última década, desconsiderando os demais, vale observar um fato interessante, nos países mais pobres a ocorrência de vítimas fatais é altíssima, reflexo da falta de infraestrutura e preparo da população e autoridades locais, demonstrando que para enfrentar estas catástrofes, exige-se um grande volume de investimento financeiro e de pessoal, demonstrando a importância deste estudo.

Tabela 2 - Frequência anual de terremotos no mundo.

Magnitude	Frequência Anual
8 ou maior	1 ¹
7 - 7.9	15 ¹
6 - 6.9	134 ²
5 - 5.9	1319 ²
4 - 4.9	13,000 (aproximada)
3 - 3.9	130,000 (aproximada)
2 - 2.9	1,300,000 (aproximada)

FONTE: USGS, 2011

Tabela 3 - Maiores terremotos de 1990 a 2011.

Ano	Data	Magnitude	Mortes	Região
2011	03/11	9.0	28050	Costa, Japão
2010	01/02	8.8	507	Chile
2009	01/09	8.1	192	Ilhas Samoa
2008	05/12	7.9	87587	China
2007	09/12	8.5	25	Indonésia
2005	01/03	8.6	1313	Indonésia
2004	01/12	9.1	227898	Sumatra
2001	01/06	8.4	138	Peru
2000	01/11	8.0	2	Irlanda
1999	01/09	7.7	2297	Taiwan, China
1996	01/02	8.2	166	Indonésia
1995	10/09	8.0	49	Mexico
1995	01/07	8.0	3	Chile
1994	10/04	8.3	11	Ilhas Kuril
1992	12/12	7.8	2519	Indonésia
1991	01/04	7.6	75	Costa Rica
1990	01/07	7.7	1621	Filipinas

FONTE: USGS, 2011.

Tabela 4 - Terremotos com maior numero de vítimas de 1990 a 2011.

Ano	Data	Magnitude	Mortes	Região
2011	03/11	9.0	28050	Costa, Japão
2010	01/12	7.0	222570	Haiti
2009	01/09	7.5	1117	Indonésia
2008	05/12	7.9	87587	China
2007	01/08	8.0	514	Peru
2006	01/05	6.3	5749	Indonésia
2005	10/08	7.6	80361	Paquistão
2004	01/12	9.1	227898	Sumatra
2003	01/12	6.6	31000	Iran
2002	01/03	6.1	1000	Afeganistão
2001	01/01	7.7	20023	Índia
2000	06/04	7.9	103	Indonésia
1999	01/08	7.6	17118	Turquia
1998	01/05	6.6	4000	Afeganistão
1997	05/10	7.3	1572	Iran
1996	02/03	6.6	322	China
1995	01/01	6.9	5530	Japão
1994	06/06	6.8	795	Colômbia
1993	01/09	6.2	9748	Índia
1992	12/12	7.8	2519	Indonésia
1991	01/10	6.8	2000	Índia
1990	01/06	7.4	50000	Iran
Total:			799576	

FONTE: USGS, 2011

4.4 PROPAGAÇÃO DE UM TERREMOTO

Segundo STANFORD UNIVERSITY (2011), um estudo foi conduzido para verificar a propagação a partir da falha geológica de San Andreas até a cidade de Los Angeles/CA, a propagação de um terremoto é o tempo que este leva para atingir determinada região, possui uma variação pequena, pois existem diversos fatores como a estrutura de solo a serem levados em conta, descartaremos esta observação para este estudo.

Conforme a Figura 12, podemos observar que após o evento sísmico detectado do epicentro até cidade de Los Angeles/CA, leva cerca de 60 segundos onde foram percorridos cerca de 400 km, este estudo feito pela universidade americana de Stanford é muito importante para prosseguirmos com nosso estudo, visto que serão tomados como parâmetros para este, vale lembrar que este dado só é valido se o detector estiver no epicentro do fenômeno.

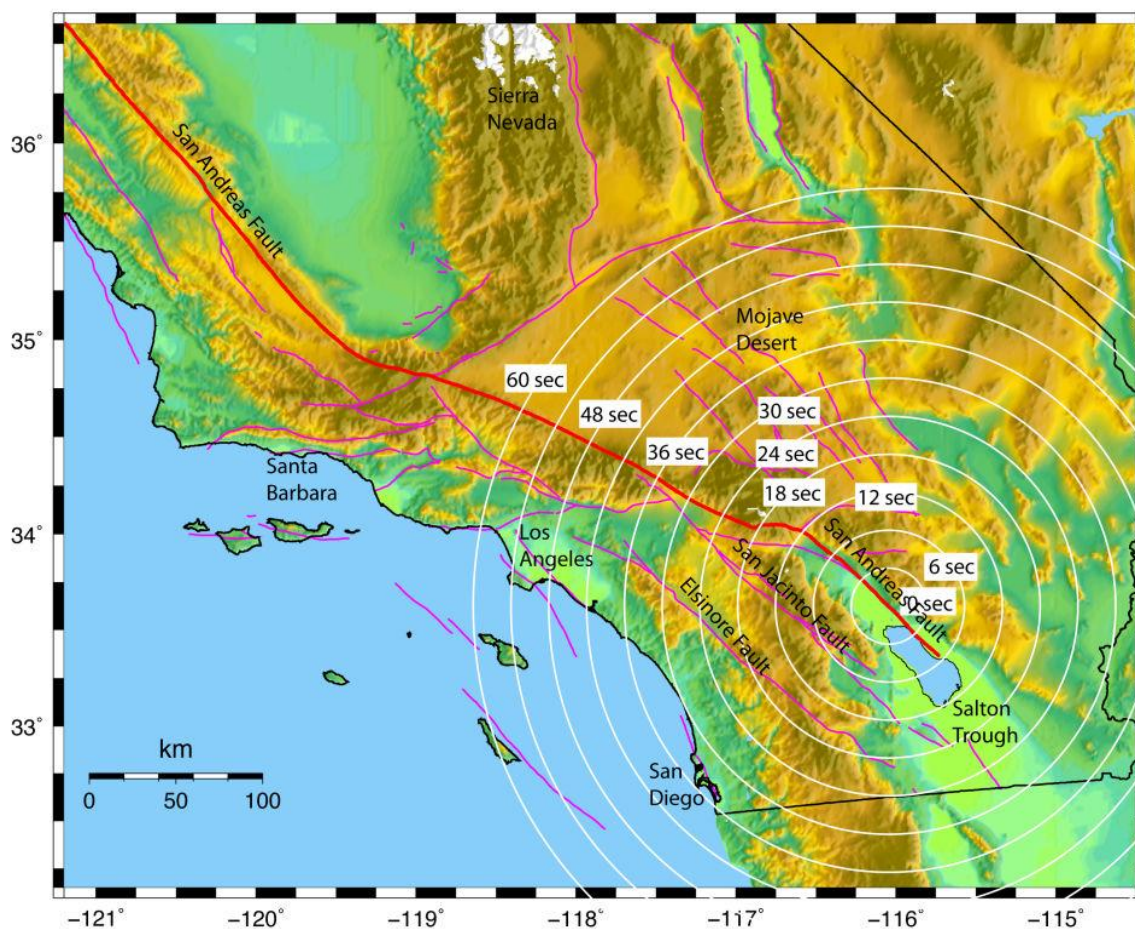


Figura 12 - Tempo de propagação de um terremoto
FONTE: STANFORD UNIVERSITY, 2011.

4.5 SISMÓGRAFO

As ondas sísmicas são as vibrações dos terremotos que viajam através da Terra, elas são registrados em instrumentos chamados sismógrafos. Segundo RONAN, COLIN A (1987), criado no ano 132 pelo chinês Chang Heng, o primeiro sismógrafo (Figura 13) consistia em um jarro de bronze com dois metros de diâmetro, contendo um pêndulo em seu interior, oito saídas em sua circunferência, em cada saída em formato de dragão, havia uma esfera de bronze em sua “boca”, conforme houvesse um evento sísmico, o pêndulo se movia, acionando o mecanismo da direção do sismo, a esfera caía no recipiente em forma de sapo em torno do jarro, conforme a primeira queda, o mecanismo travava todas as outras saídas, impedindo outras quedas, com isto era possível determinar a localização e direção do abalo sísmico, por estas razões este dispositivo foi sendo aperfeiçoado.

Hoje os sismógrafos modernos (Figura 14) possuem diversas agulhas que detectam a intensidade do evento sísmico seguindo o mesmo princípio de Chang, porém muita mais preciso, as agulhas movem-se em “zig-zag” desenhando linhas paralelas onde a intensidade de suas curvas dita a intensidade do evento sísmico.

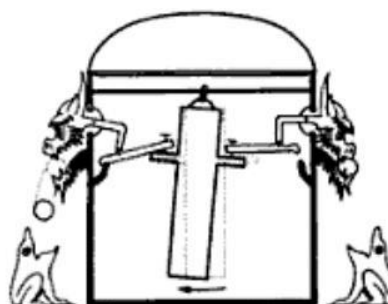


Figura 13 - Sismógrafo de Chang Heng
FONTE: RONAN, COLIN A, 1987, p. 56

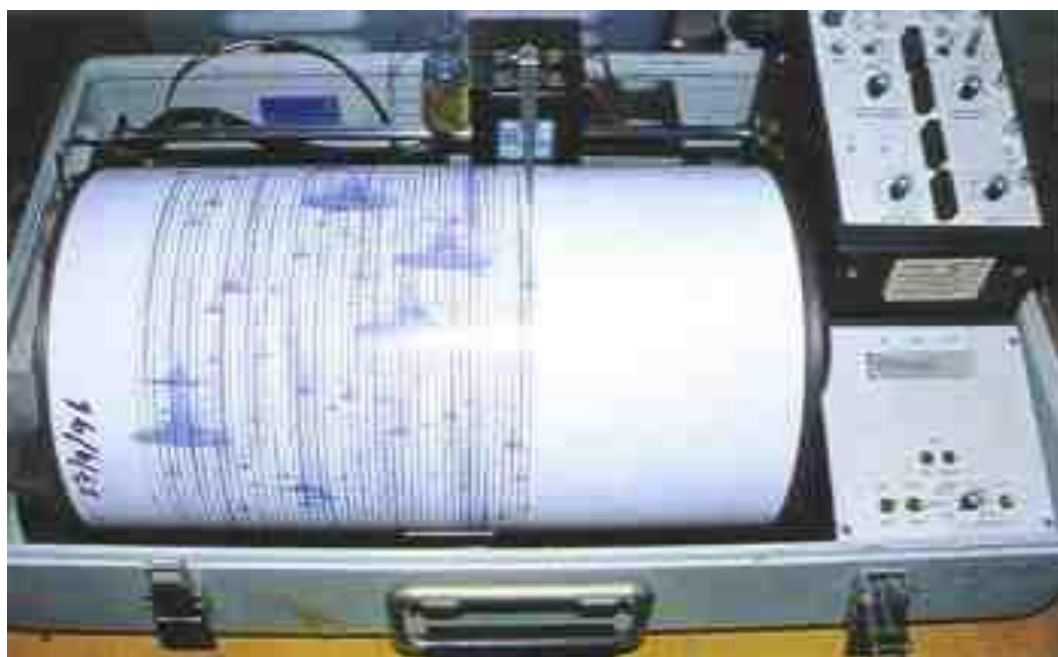


Figura 14 - Sismógrafo moderno

FONTE: USGS - UNITED STATES GEOLOGICAL SCIENCE, 2011

4.6 GIROSCÓPIO

Segundo UFRGS (2011), inventado pelo físico e astrônomo francês Jean Bernard Léon Foucault para demonstrar a teoria da rotação da Terra, o giroscópio consiste em um dispositivo com três anéis simétricos em formato circular compostos em um único instrumento contendo um rotor com um disco em seu centro que conforme este gira, aplica-se a força nos demais de forma natural, cada aro move em uma determinada direção e ângulo conforme Figura 16, a ação gravitacional gerada por cada um destes três eixos traduz-se em inércia e com isso gera a direção teórica que o objeto vai seguir, respeitando as regras da física.

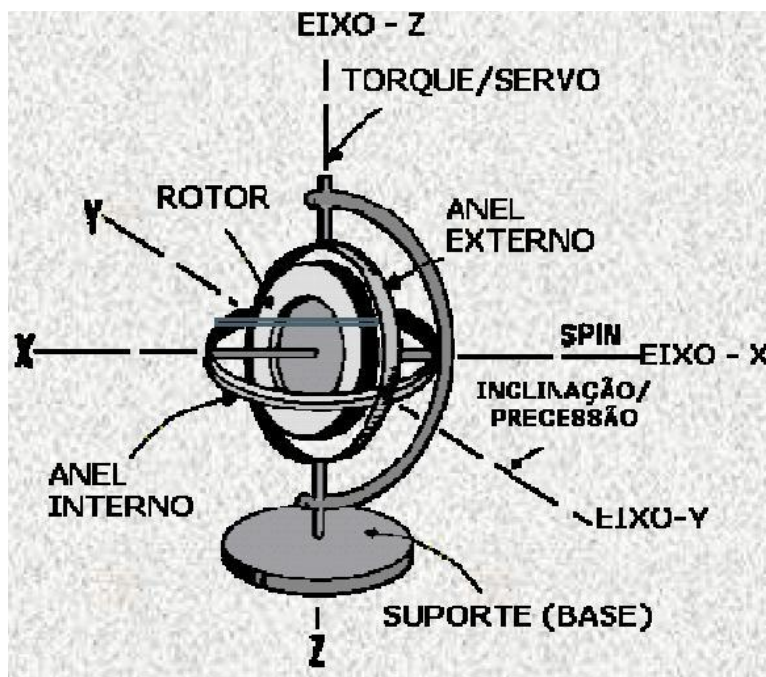


Figura 15 - Giroscópio segundo Jean Bernard
 FONTE: UFRGS, 2011

4.7 ACELERÔMETRO

Segundo DIMENSION ENGINEERING (2011), o acelerômetro é um dispositivo eletromecânico que segue o princípio do giroscópio mencionado anteriormente, que mede a aceleração de um objeto, onde aceleração é o tempo calculado durante a mudança de velocidade. Estas forças (Figura 16) podem ser estáticas, trabalhando somente com a força da gravidade (Eixo Y), ou dinâmica, causada pela movimentação ou vibração do acelerômetro (Eixos X, Y e Z).

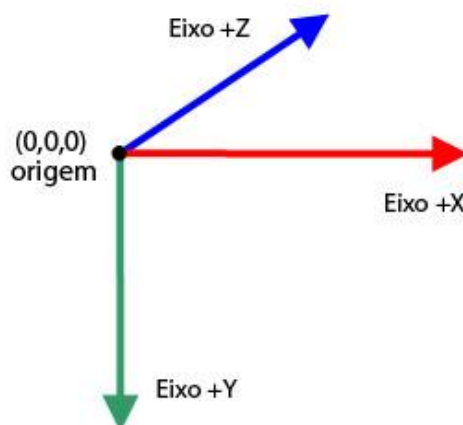


Figura 16 - Eixos X, Y e Z
 FONTE: Elaborado pelo autor

Um exemplo simples e que encontramos no dia a dia para começarmos a entender como o acelerômetro funciona é exemplificado na Figura 17, onde consta um mouse, neste localiza-se um circuito que possui um acelerômetro de 2 eixos, sendo X e Y, o valores captados por ambos.

Com o giro da esfera, são transmitidos e exibidos na tela do computador com o movimento do cursor, seguindo o mesmo raciocínio do plano cartesiano da Figura 16, porém com apenas 2 eixos.



Figura 17 - Acelerômetro do mouse
FONTE: Elaborado pelo autor

Hoje, os acelerômetros estão presentes nos mais diversos dispositivos e com o passar dos anos, com dispositivos cada vez menores, estes ficaram menores ainda, por conta disto, entramos em microtecnologia, Figura 18, ilustra um acelerômetro em escala de 13 microns, ou seja, para ter uma idéia, 1 microns corresponde à subunidade do metro, sendo este, um milionésimo do metro.

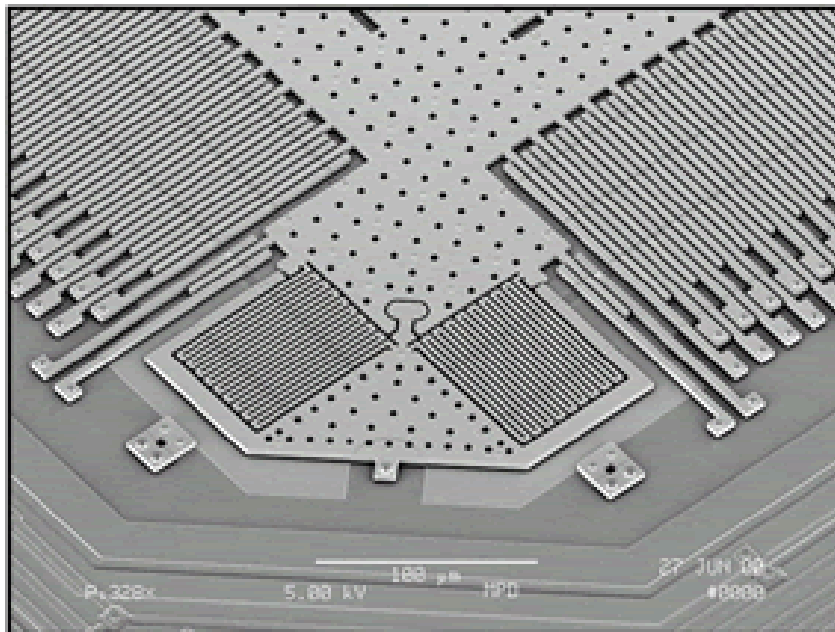


Figura 18 - Acelerômetro visto de um microscópio
FONTE: PRINCETON UNIVERSITY, 2011.

Segundo PRINCETON UNIVERSITY (2011), o princípio de funcionamento destes acelerômetros como o da Figura 18, é baseado em diversos bastonetes (Figura 19) presentes no acelerômetro e conforme movimentos físicos como inércia e gravidade que podem ser geradores de um evento sísmico, os bastonetes vibram e captam os valores gerados nos três eixos, enviando sinais elétricos que são convertidos em valores e utilizados pela aplicação, seguindo o mesmo exemplo do mouse, porém em uma escala infinitamente menor.

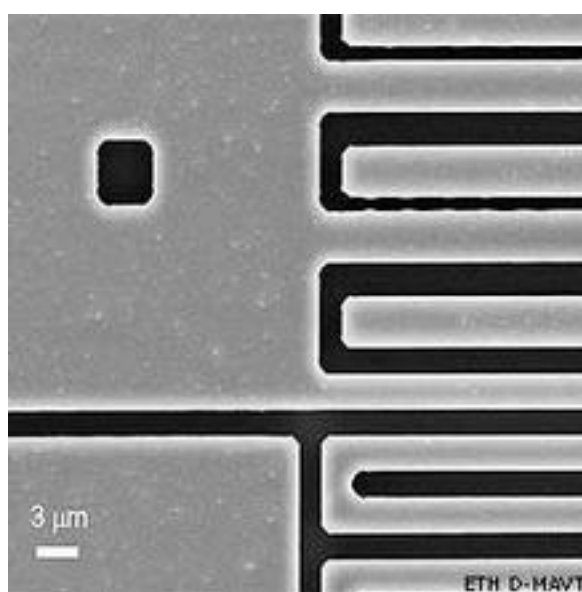


Figura 19 - Bastonetes do Acelerômetro
FONTE: ETHISTORY, 2011.

4.8 ANDROID

Segundo ZOOM (2012), Android é um sistema operacional baseado no Kernel GNU Linux, versão 2.6, adaptando-o para aparelhos móveis como celulares, *smartphones* e *tablets*.

Foi criado em 2008 por um consórcio de empresas liderado pela Google, empresa de tecnologia de âmbito mundial, que é famosa não só pelo *site* de busca, mas por serviços como o Gmail, Google Maps e o acesso a redes sociais. Hoje, o sistema Android está entre os grandes serviços da empresa e atualmente é o sistema mais usado em celulares.

O projeto Android é uma plataforma completa para dispositivos móveis, como mencionado acima, conta também com um SDK que disponibiliza as ferramentas e APIs necessárias para desenvolvimento na plataforma Android, usando a linguagem JAVA, que segundo INFO WESTER (2012), foi desenvolvida no início da década de 90 por uma equipe da Sun Microsystem, empresa também mundialmente conhecida no ramo da tecnologia.

É uma linguagem que permite o desenvolvimento de diversas aplicações para as mais variadas plataformas, desde pequenos dispositivos móveis até computadores de grande porte.

Segundo LECHETA (2009), as principais funcionalidades da plataforma são:

- Framework de desenvolvimento de aplicações: Reutilização do código e facilidade de acesso a recursos exclusivos e manutenção.
- Nova máquina virtual (dalvik): Criada e otimizada para dispositivos móveis e suas limitações.
- Navegador *Web* integrado: Baseado no projeto *open source webkit*, o mesmo do IPHONE e NOKIA série 60.
- Biblioteca de gráficos otimizada para dispositivos móveis: Exclusiva Biblioteca para gráficos 2d e 3d baseada na especificação OpenGL ES 1.0, com aceleração por *hardware* como opcional.
- SQL Lite: armazenamento de dados estruturados.

- Suporte multimídia: compatibilidade com os principais formatos existentes entre eles, mpeg4, h.264, mp3, aac, amr, jpg, png e gif.
- Telefonia com tecnologia GSM: As aplicações podem manipular operações telefônicas, caso o fabricante permita o acesso.
- *Bluetooth*, EDGE, 3G e WIFI: foco nas principais tecnologias de transmissões de dados sem fio, também depende da permissão do fabricante para acesso.
- Câmera, GPS e SMS: Ter o celular como ferramenta para interação com redes sociais, também depende da permissão do fabricante para acesso.
- Ambiente de desenvolvimento com *plugin* para Eclipse: Inclui emulador, ferramentas para *debug* e supervisão de memória e desempenho.

Segundo LECHETA (2009), a arquitetura da plataforma Android é dividida em quatro camadas: Kernel GNU Linux, bibliotecas, *framework* para aplicações e as próprias aplicações, além do recurso *runtime*, necessária para a execução dos aplicativos no dispositivo, conforme ilustra a Figura 20.



Figura 20 - Arquitetura Plataforma Android
 FONTE: DEV MEDIA, 2012.

A camada mais baixa da arquitetura, Kernel Linux, é a responsável por gerenciar os processo, *threads*, arquivos, pastas, além de redes e *drivers* dos dispositivos. É responsável por gerenciar todos os processos e a memória.

Segundo LECHETA (2009), a base de desenvolvimento do Android é Java, mas no seu sistema operacional não existe uma Máquina Virtual Java (JVM) e sim outra máquina virtual, a Dalvik, otimizada para interpretar códigos em dispositivos móveis.

Ao desenvolver aplicações para o Android, utiliza-se a linguagem Java e todos os recursos que esta oferece. Mas ao compilar o *bytecode* (.class), este é convertido para o formato específico da máquina virtual Dalvik, o “.dex” (Dalvik *Executable*), que representa a aplicação do Android compilada.

Segundo LECHETA (2009), de modo análogo aos aplicativos em Java, depois da aplicação Android ter sido compilada, juntamente com outras bibliotecas e possíveis imagens utilizadas é gerado um arquivo único, neste caso com extensão .apk (Android Package File), que é a aplicação pronta para ser instalada.

Se o ambiente de desenvolvimento utilizado for o Eclipse, toda essa compilação e geração do arquivo .apk ocorre automaticamente.

O Google Android é a primeira plataforma para aplicações móveis completamente livre e de código aberto (*open-source*), para as operadoras, fabricantes e programadores é muito vantajoso, pois é possível utilizar o código gratuitamente além personalizá-lo.

O código fonte do Android está disponível no *site* do projeto através do endereço: <http://source.android.com>.

4.9 SMS

Segundo HSW (2011), a sigla SMS significa *Small Message Service*, ou seja, serviço de mensagem curta, criado por engenheiros noruegueses no fim da década de 80 para funcionar em conjunto com a tecnologia digital chamada de GSM (Sistema global para comunicações móveis), que é base de comunicação para a maioria dos celulares modernos, basicamente a intenção era que o serviço funcionasse mesmo que o celular estivesse desligado ou fora da área de cobertura.

O sistema funciona da seguinte forma, as torres de comunicação chamadas de células são interligadas uma com as outras e monitoram os celulares enviando sinais de rádio que verificam se o celular pertence à determinada localidade que esta célula faz cobertura, verificando se está apto para receber ou realizar ligações, assim quando o celular muda de região de cobertura desta célula, este automaticamente se conecta a outra da rede, mantendo o serviço disponível em tempo integral, estas células além de estabelecerem a comunicação entre um celular e outro, também são responsáveis por armazenar dados dos conteúdos de mensagem de texto (SMS), verificando no mesmo momento se o celular de destino do SMS está desligado ou fora da área de cobertura da rede, armazenando até que o celular de destino esteja apto a receber o SMS enviado, garantindo assim a entrega da mensagem em qualquer área da rede (Figura 21).



Figura 21 - Como funciona o envio de SMS
FONTE: HSW, 2011

Um ponto negativo a respeito do SMS é sobre sua estrutura de entrega, pois quando ocorre congestionamento na rede, as mensagens podem demorar para chegar ao seu destino, porém atualmente as redes estão cada vez mais modernas, utilizando outros canais de redundância e meios de transmissões mais rápidos para amenizar o problema, como satélites e fibras óticas, tornando a eficiência e disponibilidade da rede operando perto dos cem por cento (100%).

5 METODOLOGIA

Para realização do presente estudo foi desenvolvida inicialmente uma pesquisa bibliográfica na qual foi possível familiarizar-se com as características e peculiaridades do tema a ser explorado, segundo STUMPF (2008), este procedimento é o passo inicial para qualquer trabalho que envolva pesquisas.

A pesquisa aplicada utilizada neste projeto, todo o levantamento de dados dos principais problemas encontrados na pesquisa bibliográfica foram posteriormente analisados, e a aplicação desenvolvida transferindo estes resultados para a realidade.

Para o desenvolvimento do sistema de detecção e aviso de terremotos, utilizada a linguagem de programação Java.

Conforme mostra a Figura 22 foi utilizado o IDE de desenvolvimento ECLIPSE, versão 4.2, além disso, foram utilizadas as bibliotecas API's baseadas em celulares Samsung, no caso utilizamos como plataforma, o sistema operacional ANDROID 2.3, presente nestes celulares do fabricante.

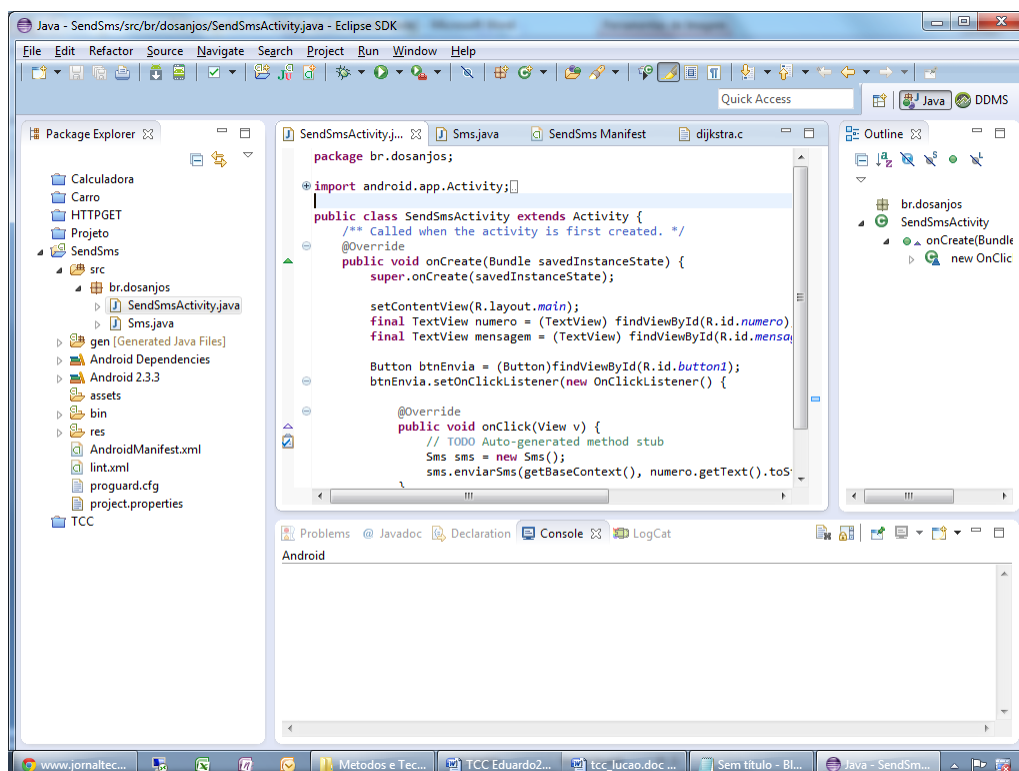


Figura 22 – Eclipse
FONTE: Elaborado pelo autor.

Seguindo a idéia inicial deste estudo, foi feita a integração de duas API, uma que faz a comunicação com o *hardware* acelerômetro e outra que faz o envio do SMS, utilizando linguagem JAVA.

Conforme Figura 23 é importante ressaltar que este protótipo de sistema funciona como estação sísmica remota fixa terrestre, onde após a ocorrência do sismo, o sistema presente no celular é acionado após a detecção de movimentos feita pelo acelerômetro; neste é gerado um valor específico pelo movimento do celular.

A partir deste dado, automaticamente aciona a API de envio de SMS, que avisa da detecção do terremoto, enviando o SMS para um número de celular previamente cadastrado, onde o receptor aciona as medidas preventivas, finalizando assim o conceito das etapas de funcionamento deste protótipo.



Figura 23 – Etapas do Estudo
FONTE: Elaborado pelo autor.

O protótipo funciona da seguinte maneira, há uma comparação entre variáveis do estado inicial e final, se houver diferença é disparado o SMS, mais especificamente através da detecção de um abalo sísmico, os bastonetes do *hardware* acelerômetro vibram, produzindo valores nos eixos X e Y.

Estes valores são transmitidos do *hardware* para *software*, se estes valores estiverem diferentes do estado inicial é feito o acionamento do evento envio de SMS, onde este possui duas variáveis já definidas, que é o número padrão do telefone que será enviado o SMS e a mensagem padrão, neste caso é disparado após a detecção do abalo sísmico.

Neste estudo, foi levado em conta o funcionamento do protótipo do sistema, do dispositivo acelerômetro e método de envio do SMS, demais recursos do celular foram previamente desativados. Também foram descartados o atraso de envio do SMS até o destino, bem como a avaliação de desempenho de operadoras de telefonia móvel.

Para a simulação foram utilizados dois aparelhos, um celular do tipo Samsung, modelo Galaxy Pocket (Figura 24), segundo AMERICANAS.COM (2012), hoje cotado a R\$ 349,00, com sistema operacional Android, versão 2.3, o dispositivo possui acelerômetro, além disso, possui um chip da operadora Oi, o que lhe garante que o serviço de envio de SMS esteja disponível.

Neste ficará instalado o protótipo desenvolvido, já no receptor do SMS, será utilizado um aparelho NOKIA, modelo N95, com chip da Oi como operadora, o que também lhe garante que o serviço de envio de SMS esteja disponível.



Figura 24 - Galaxy Pocket
FONTE: Elaborado pelo autor.

6 RESULTADOS OBTIDOS

Foram desconsiderados fatores externos como mudanças climáticas, além de interferências externas como queda de árvores, etc, além disso, vale ressaltar que a forma com que ocorreu o abalo sísmico foi totalmente artificial, ou seja, foram desconsiderados fatores como intensidade do abalo sísmico para acionamento do sistema, visto que no Brasil, não há incidências frequentes de terremotos localizados e não há meios acessíveis de reproduzi-lo na intensidade exata.

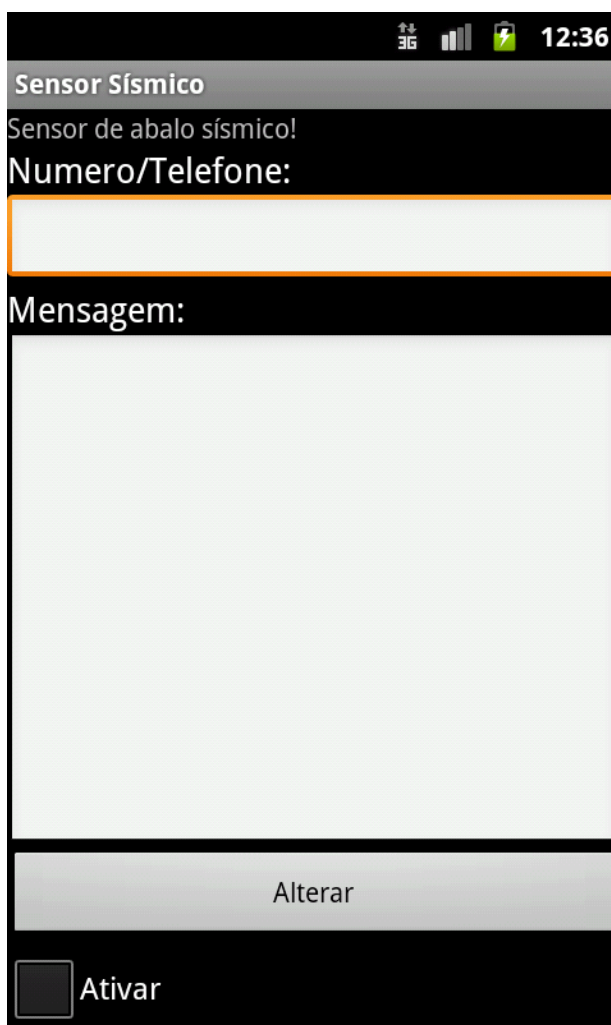
Foi realizada a instalação do protótipo do sistema de detecção e aviso de terremotos no celular Samsung via cabo USB (Figura 25) conectado ao notebook que possui a IDE de desenvolvimento Eclipse June, para desenvolvimento de aplicações para Android.



Figura 25 - Conexão via USB
FONTE: Elaborado pelo autor.

A Figura 26 demonstra o protótipo desenvolvido já embarcado, onde no primeiro campo de texto é possível personalizar o número de telefone destino e no segundo campo maior de texto a mensagem que será enviada, bastando preencher os campos devidamente nomeados e selecionar o botão “Alterar”, que as variáveis serão adotadas como padrão. Há também um *check-box* chamado “Ativar”, que após realizada a inserção dos dados habilita todo o sistema para funcionar com os valores padrões ou personalizados, também pode ser utilizado caso seja necessário

movimentar o dispositivo para outra localidade, onde basta desativá-lo para que o sistema não dispare SMS caso o sensor de sismos acelerômetro detecte algum movimento.



3G 12:36

Sensor Sísmico

Sensor de abalo sísmico!

Numero/Telefone:

Mensagem:

Alterar

Ativar

Figura 26 - Protótipo do sistema
FONTE: Elaborado pelo autor.

Na Figura 27, fora inseridas as configurações personalizadas no dispositivo, bem como ativado, neste momento o protótipo está apto para realizar a detecção e aviso de terremotos via SMS.

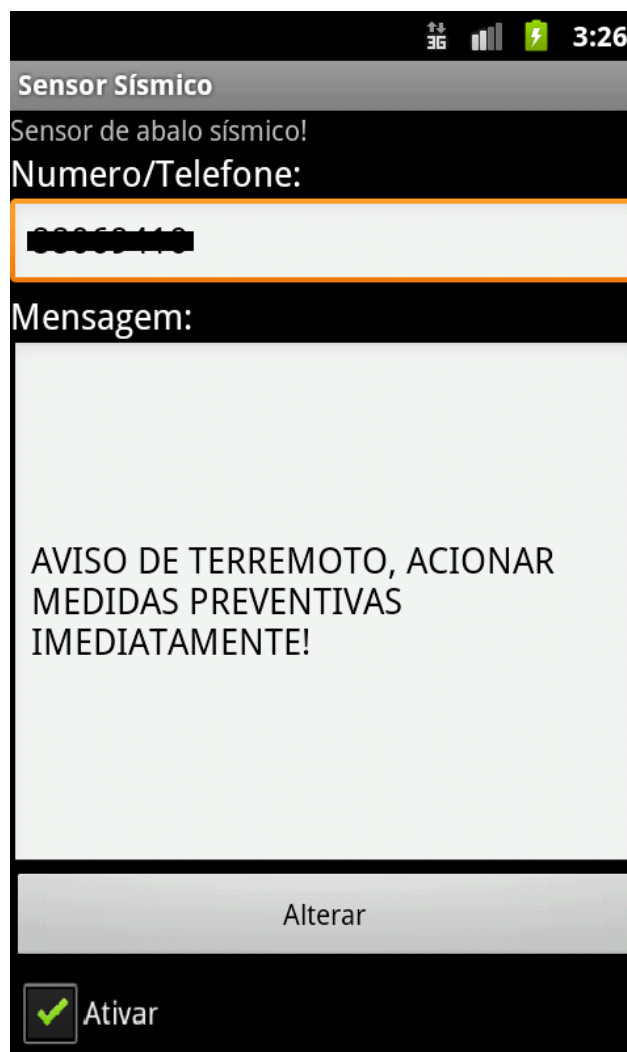


Figura 27 - Protótipo do sistema em funcionamento
FONTE: Elaborado pelo autor.

Lembrando que o protótipo de sistema de detecção e aviso de terremotos, deve ser considerada uma estação sismológica fixa remota terrestre para o teste.

No dispositivo o abalo sísmico foi simulado em 60 testes (Tabela 5), analisando fatores como temperatura e clima, além de distâncias entre a origem e destino do SMS utilizando o protótipo, executando a movimentação do celular em um ângulo aproximado de 90° (Figura 28), ou seja, do estado “horizontal” (Figura 30), para “vertical” (Figura 31), com exceção de dois testes que o fator foi a falta de sinal da operadora os demais testes foram um sucesso, houve o recebimento do SMS após a simulação com tempo inferior a 5 segundos.

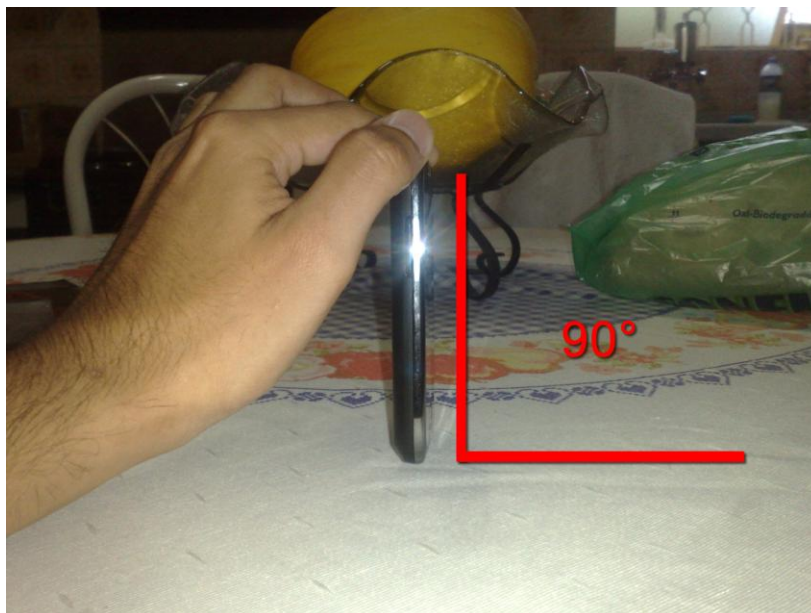


Figura 28 - Ângulo estado inicial e estado final
FONTE: Elaborado pelo autor

A Figura 29 demonstra o recebimento do SMS enviado pelo protótipo com o aviso após o teste, demonstra que é viável como um dos objetivos deste estudo que é avisar do sismo, este teste não avaliou o desempenho das outras operadoras.



Figura 29 - Mensagem recebida
FONTE: Elaborado pelo autor.



Figura 30 – Protótipo no estagio inicial, 0°.
FONTE: Elaborado pelo autor

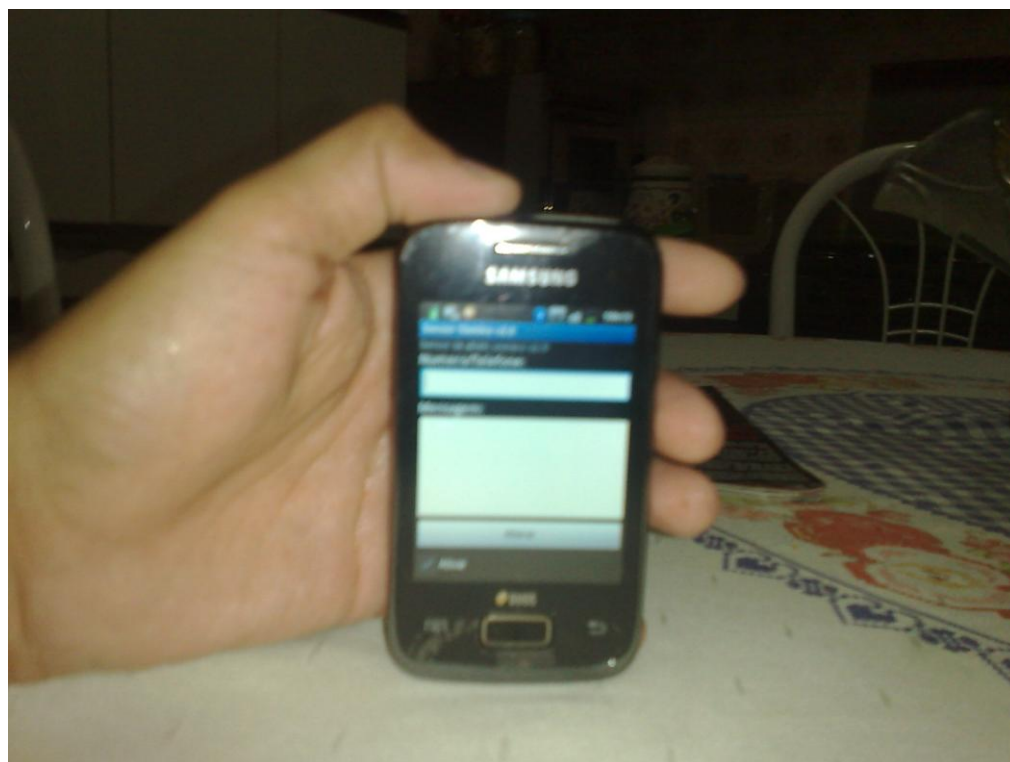


Figura 31 – Protótipo no estagio final, 90°.
FONTE: Elaborado pelo autor

uma variação de 1 a 2 segundos de atraso no recebimento do SMS, o que é considerado irrelevante, pois segundo o estudo da Universidade de Stanford (Figura 12), o tempo de propagação de um terremoto detectado a 400km, da origem do epicentro até o destino, há cerca de 60 segundos de tempo de reação até o terremoto atingir o destino, ou seja, se levarmos em conta os testes realizados (Tabela 5) com distância superiores a 240km, podemos concluir que usando esses parâmetros do estudo da Universidade de Stanford, mesmo com fatores climáticos interferindo há aproximadamente 30 segundos de tempo de reação para a pessoa procurar um abrigo seguro com esta distância, o que é considerado um tempo satisfatório e que faz com que a pessoa não seja pega de surpresa.

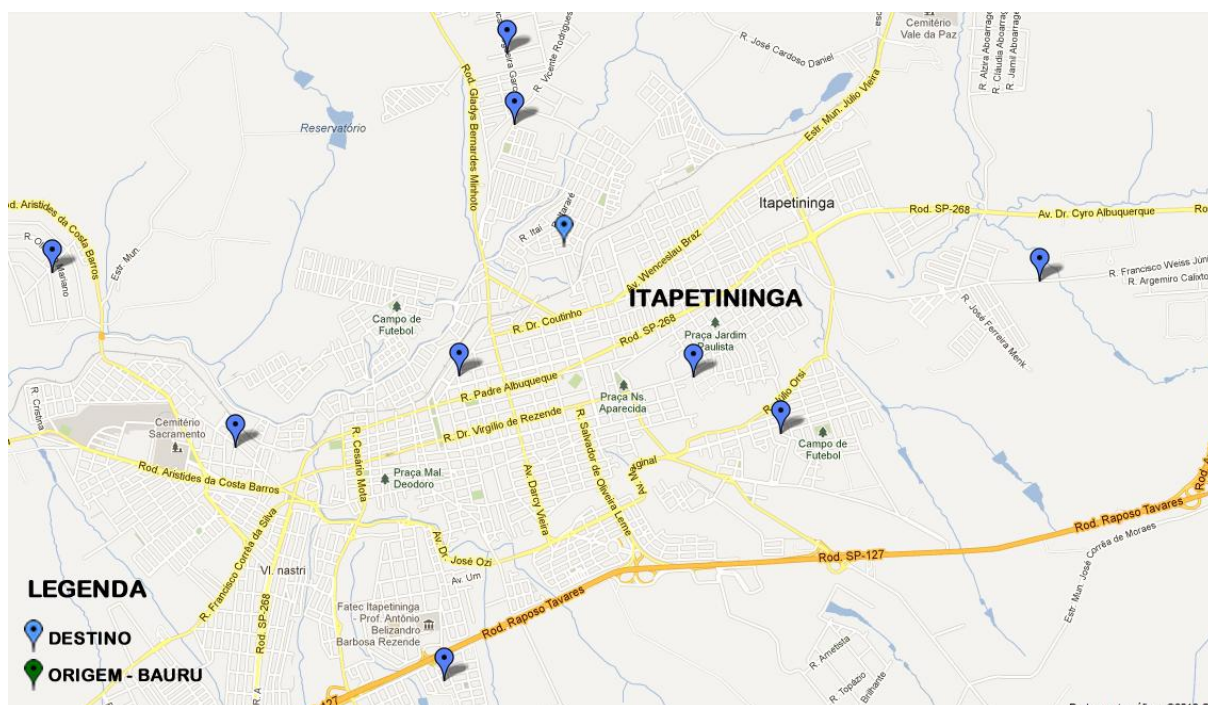


Figura 33 - Mapa de Itapetininga/SP com as localidades de recebimento de SMS de origem de Bauru/SP

FONTE: Elaborado pelo autor

Além disso, é importante observar que o protótipo assim como qualquer outro aparelho de detecção é ineficaz caso o epicentro do terremoto esteja muito próximo, pois fenômenos como este são imprevisíveis, e até hoje não há instrumentos capazes de prever tal fenômeno, cabendo apenas detectar e evacuar regiões para minimizar o impacto destrutivo.

Segundo a pesquisa do Jornal Estado de Minas (2012), atualmente grande parte dos equipamentos de detecção de terremotos é importado dos EUA ao custo estimado em R\$ 142.000,00, demonstrando a importância deste estudo.

Tabela 5 - Resultados dos testes e envio e recebimento de SMS utilizando o protótipo.

Teste	Data	Tempo envio do SMS	Condições do tempo	Temperatura Média	Distância	Cobertura	Cidade Origem / Cidade Destino
1	07/11/2012	< 3 segundos	Sol	32° Celsius	< 1m	Boa	Bauru/SP - Bauru/SP
2	07/11/2012	< 3 segundos	Sol	32° Celsius	< 1m	Boa	Bauru/SP - Bauru/SP
3	07/11/2012	< 3 segundos	Sol	32° Celsius	< 1m	Boa	Bauru/SP - Bauru/SP
4	08/11/2012	< 3 segundos	Nublado com chuva fraca	30° Celsius	< 1m	média	Bauru/SP - Bauru/SP
5	08/11/2012	< 3 segundos	Nublado com chuva fraca	30° Celsius	< 1m	média	Bauru/SP - Bauru/SP
6	08/11/2012	< 3 segundos	Nublado com chuva fraca	30° Celsius	< 1m	média	Bauru/SP - Bauru/SP
7	08/11/2012	< 3 segundos	Nublado com chuva fraca	30° Celsius	< 1m	média	Bauru/SP - Bauru/SP
8	09/11/2012	< 3 segundos	Nublado	29° Celsius	< 1m	média	Bauru/SP - Bauru/SP
9	09/11/2012	< 3 segundos	Nublado	29° Celsius	< 1m	média	Bauru/SP - Bauru/SP
10	09/11/2012	< 3 segundos	Nublado	29° Celsius	< 1m	média	Bauru/SP - Bauru/SP
11	09/11/2012	< 3 segundos	Nublado	29° Celsius	> 2 km	média	Bauru/SP - Bauru/SP
12	09/11/2012	< 3 segundos	Nublado	29° Celsius	> 2 km	média	Bauru/SP - Bauru/SP
13	09/11/2012	< 3 segundos	Nublado	29° Celsius	> 2 km	baixa	Bauru/SP - Bauru/SP
14	10/11/2012	-	Nublado	27° Celsius	> 2 km	Não	Bauru/SP - Bauru/SP
15	12/11/2012	< 3 segundos	Nublado	27° Celsius	> 2 km	baixa	Bauru/SP - Bauru/SP
16	12/11/2012	< 3 segundos	Nublado	27° Celsius	> 2 km	média	Bauru/SP - Bauru/SP
17	12/11/2012	< 3 segundos	Nublado	27° Celsius	> 2 km	média	Bauru/SP - Bauru/SP
18	12/11/2012	< 3 segundos	Nublado	27° Celsius	> 2 km	média	Bauru/SP - Bauru/SP
19	12/11/2012	< 3 segundos	Nublado	27° Celsius	> 2 km	baixa	Bauru/SP - Bauru/SP
20	12/11/2012	< 3 segundos	Nublado	25° Celsius	> 2 km	baixa	Bauru/SP - Bauru/SP
21	12/11/2012	< 3 segundos	Nublado	25° Celsius	< 1m	média	Bauru/SP - Bauru/SP
22	12/11/2012	< 3 segundos	Parcialmente nublado	26° Celsius	< 1m	média	Bauru/SP - Bauru/SP
23	26/11/2012	< 3 segundos	Parcialmente nublado	26° Celsius	> 4km	média	Bauru/SP - Bauru/SP
24	26/11/2012	< 3 segundos	Parcialmente nublado	26° Celsius	> 4km	média	Bauru/SP - Bauru/SP

25	26/11/2012	< 3 segundos	Parcialmente nublado	26° Celsius	> 4km	baixa	Bauru/SP - Bauru/SP
26	26/11/2012	-	Parcialmente nublado	26° Celsius	> 4km	Não	Bauru/SP - Bauru/SP
27	27/11/2012	< 3 segundos	Parcialmente nublado	27° Celsius	> 3km	boa	Bauru/SP - Bauru/SP
28	27/11/2012	< 3 segundos	Sol	27° Celsius	> 3km	boa	Bauru/SP - Bauru/SP
29	27/11/2012	< 3 segundos	Sol	27° Celsius	> 3km	boa	Bauru/SP - Bauru/SP
30	27/11/2012	< 3 segundos	Sol	27° Celsius	> 3km	boa	Bauru/SP - Bauru/SP
31	28/11/2012	< 3 segundos	Nublado com chuva fraca	31° Celsius	> 3km	média	Bauru/SP - Bauru/SP
32	02/12/2012	< 4 segundos	Nublado chuva moderada	33° Celsius	< 1m	baixa	Bauru/SP - Bauru/SP
33	02/12/2012	< 4 segundos	Nublado chuva moderada	33° Celsius	> 2km	baixa	Bauru/SP - Bauru/SP
34	02/12/2012	< 4 segundos	Nublado chuva moderada	33° Celsius	> 2km	baixa	Bauru/SP - Bauru/SP
35	03/12/2012	< 5 segundos	Nublado chuva forte	32° Celsius	< 1m	média	Bauru/SP - Bauru/SP
36	03/12/2012	< 5 segundos	Nublado chuva forte	32° Celsius	< 1m	média	Bauru/SP - Bauru/SP
37	03/12/2012	< 5 segundos	Nublado chuva forte	32° Celsius	< 1m	média	Bauru/SP - Bauru/SP
38	12/12/2012	< 4 segundos	Nublado chuva moderada	32° Celsius	> 3km	média	Bauru/SP - Bauru/SP
39	12/12/2012	< 4 segundos	Nublado chuva moderada	32° Celsius	> 3km	média	Bauru/SP - Bauru/SP
40	12/12/2012	< 4 segundos	Nublado chuva moderada	32° Celsius	< 1m	média	Bauru/SP - Bauru/SP
41	12/12/2012	< 4 segundos	Nublado chuva moderada	32° Celsius	< 1m	média	Bauru/SP - Bauru/SP
42	13/12/2012	< 3 segundos	Nublado com chuva fraca	33° Celsius	> 2km	média	Bauru/SP - Bauru/SP
43	13/12/2012	< 3 segundos	Nublado com chuva fraca	33° Celsius	> 2km	média	Bauru/SP - Bauru/SP
44	13/12/2012	< 3 segundos	Nublado com chuva fraca	33° Celsius	> 2km	média	Bauru/SP - Bauru/SP
45	14/12/2012	< 5 segundos	Nublado chuva forte	33° Celsius	> 4km	baixa	Bauru/SP - Bauru/SP
46	14/12/2012	< 5 segundos	Nublado chuva forte	33° Celsius	> 4km	baixa	Bauru/SP - Bauru/SP
47	14/12/2012	< 5 segundos	Nublado chuva forte	33° Celsius	> 4km	media	Bauru/SP - Bauru/SP
48	14/12/2012	< 4 segundos	Nublado com chuva fraca	30° Celsius	< 1m	boa	Bauru/SP - Bauru/SP
49	14/12/2012	< 4 segundos	Nublado com chuva fraca	30° Celsius	< 1m	boa	Bauru/SP - Bauru/SP
50	14/12/2012	< 4 segundos	Nublado com chuva fraca	30° Celsius	< 1m	boa	Bauru/SP - Bauru/SP

51	14/12/2012	< 3 segundos	Sol	27° Celsius	> 240km	boa	Bauru/SP - Itapetininga/SP
52	14/12/2012	< 3 segundos	Sol	31° Celsius	> 240km	boa	Bauru/SP - Itapetininga/SP
53	14/12/2012	< 3 segundos	Sol	33° Celsius	> 240km	boa	Bauru/SP - Itapetininga/SP
54	14/12/2012	< 5 segundos	Nublado com chuva fraca	33° Celsius	> 240km	boa	Bauru/SP - Itapetininga/SP
55	14/12/2012	< 4 segundos	Nublado com chuva fraca	33° Celsius	> 240km	média	Bauru/SP - Itapetininga/SP
56	15/12/2012	< 4 segundos	Nublado com chuva fraca	32° Celsius	> 240km	baixa	Bauru/SP - Itapetininga/SP
57	15/12/2012	< 4 segundos	Nublado com chuva fraca	32° Celsius	> 240km	baixa	Bauru/SP - Itapetininga/SP
58	15/12/2012	< 4 segundos	Nublado	32° Celsius	> 240km	baixa	Bauru/SP - Itapetininga/SP
59	15/12/2012	< 4 segundos	Nublado	32° Celsius	> 240km	média	Bauru/SP - Itapetininga/SP
60	15/12/2012	< 4 segundos	Nublado	32° Celsius	> 240km	boa	Bauru/SP - Itapetininga/SP

FONTE: Elaborado pelo autor.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dos resultados pode-se concluir que o protótipo de sistema de detecção e aviso de terremotos utilizado para se fazer a detecção de sismos utilizando o celular obteve sucesso.

A escolha da linguagem de programação JAVA, bem como o sistema operacional ANDROID para este tipo de aplicação resultou em sucesso.

A simplicidade do código junto a técnica de orientação a objetos gerou um código fácil de ser mantido, otimizado e estendido para suportar futuramente mais recursos para auxiliar na detecção de sismos.

As demais considerações deste estudo foram teóricas e implicaram na ideia que o celular funcionou como uma estação remota fixa terrestre de detecção e aviso de terremotos, onde a mesma ficará localizada em um ponto específico propício a eventos sísmicos e a partir do tópico anterior, realizar a detecção e aviso do sismo.

Este estudo demonstra que é possível criar um sistema de detecção e aviso de terremotos acessível e simples de operar, o que vem a colaborar com nações cujos recursos financeiros e de pesquisa são escassos, ajudando a minimizar o impacto causado por este fenômeno destrutivo, salvando vidas e minimizando estragos de ordem material.

8 TRABALHOS FUTUROS

Como sugestões de trabalhos futuros, podemos enumerar:

- Melhorar a *interface* de interação do protótipo com um visual mais intuitivo e simples de usar.
- Realizar a integração de diversos dispositivos com o sistema de posicionamento global (GPS), captando as coordenadas de localização e enviando para a central de monitoramento.
- Realizar a medição do sismo de forma precisa de acordo com a escala Richter, enviando o dado para a central de monitoramento.
- Integrar o dispositivo com algum meio energético que possa garantir o funcionamento pleno do dispositivo sem preocupação com falta de energia elétrica.
- Integrar o dispositivo para disparar avisos via outros meios de comunicação como TVs, rádios, Internet e em redes sociais, aumentando a rapidez da propagação do aviso.
- Garantir que caso a antena principal do aparelho falhe, haja uma segunda que garanta a integridade do envio do aviso para a central de monitoramento, incluindo esta redundância no sistema.

- Incluir no protótipo um aviso de dispositivo ligado que será enviado periodicamente para a central de monitoramento, garantindo o monitoramento da integridade do dispositivo.
- Incluir no sistema um registro em forma de texto que possa apontar possíveis falhas no sistema e no *hardware* do dispositivo, facilitando sua manutenção e aperfeiçoamento.

REFERÊNCIAS

AMERICANAS.COM, **Smartphone Samsung Galaxy Pocket**. 2012 Disponível em: < <http://www.americanas.com.br/produto/111067558/smartphone-lg-optimus-l3-desbloqueado-tim-preto-gsm-android-2.3-processador-600-mhz-3g-wi-fi-camera-3.2mp-filmadora-bluetooth-2.1-mp3-player-e-radio-fm> > Acesso em: 07 nov 2012.

AMERICANAS.COM, **Smartphone LG Optimus L3 Desbloqueado TIM Preto**. 2011 Disponível em: < <http://www.americanas.com.br/produto/111067558/smartphone-lg-optimus-l3-desbloqueado-tim-preto-gsm-android-2.3-processador-600-mhz-3g-wi-fi-camera-3.2mp-filmadora-bluetooth-2.1-mp3-player-e-radio-fm> > Acesso em: 07 nov 2012.

APPLE, **IPHONE 5**. 2012 Disponível em: < <http://www.apple.com/iphone/>> Acesso em: 31 out 2012.

BARROS, Lucas Vieira. **Sismicidade, Esforços Tectônicos e Estrutura Crustal da Zona Sísmica de Porto dos Gaúchos**. Brasília: UNB/IG, 2010. 02 p. Tese de Doutorado nº 099 – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

BRASIL ESCOLA, **TERREMOTOS**. 2011 Disponível em: < <http://www.brasilecola.com/geografia/terremotos.htm> > Acesso em: 27 Abr 2011.

BUSYTRADE, **EARTHQUAKE DETECTOR**. 2011 Disponível em: < http://www.busytrade.com/selling_leads/info/1855139/Earthquake-Detector.html > Acesso em: 16 Mai 2011.

DEV MEDIA, **ANDROID, A NOVA PLATAFORMA MÓVEL**. 2008 Disponível em: < <http://www.devmedia.com.br/android-a-nova-plataforma-movel-parte-ii/8432> >

Acesso em: 20 Mai 2012.

DIMENSION ENGINEERING LLC, **ACCELEROMETERS**, 2011 Disponível em: < <http://www.dimensionengineering.com/accelerometers.htm> > Acesso em: 16 Mai 2011.

Jornal Estado de Minas, **Montes Claros está despreparada para tremores de terra**, 2012 Disponível em: < http://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2012/05/22/interna_gerais,295635/montes-claros-esta-despreparada-para-tremores-de-terra.shtml > Acesso em: 16 nov 2012.

ETHISTORY, **MICRO AND NANOSYSTEMS**, 2011 Disponível em: < http://www.ethistory.ethz.ch/rueckblicke/departemente/dmavt/weitere_seiten/3.10.1_micro_nanosys/popupfriendly > Acesso em: 16 Mai 2011.

HSW, **COMO FUNCIONA O GIROSCÓPIO**, 2011 Disponível em: < <http://ciencia.hsw.uol.com.br/giroskopios.htm> > Acesso em: 16 Mai 2011.

HSW, **COMO FUNCIONA O SMS**, 2011 Disponível em: < <http://ciencia.hsw.uol.com.br/giroskopios.htm> > Acesso em: 17 Mai 2011.

INFO ESCOLA, **ESCALA RICHTER**. 2011 Disponível em: < <http://www.infoescola.com/geografia/escala-richter/> > Acesso em: 27 Abr 2011.

INFO WESTER, **VERSÕES DO JAVA**, 2012. Disponível em: < <http://www.infowester.com/versoesjava.php> > Acesso em: 16 Mai 2012.

LAMIT COMPANY, **SOS-LIFE Earthquake early warning system**. 2012 Disponível em: < <http://www.lamit.ro/earthquake-early-warning-system.htm> > Acesso em: 07 nov 2012.

LECHETA, R. **APRENDA A CRIAR APLICAÇÕES PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS COM O ANDROID SDK**. São Paulo, Novatec, 2009.

PORTAL SÃO FRANCISCO, **MAREMOTOS**. 2011 Disponível em: <
<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/maremotos/maremotos.php> > Acesso em:
27 Abr 2011.

PRINCETON UNIVERSITY, **MEMS/NANOSCALE THIN FILMS**, 2011 Disponível em:
<
http://www.princeton.edu/mae/people/faculty/soboyejo/research_group/research/mems/ > Acesso em: 16 Mai 2011.

PRITCHARD, A. **Effective Teaching With Internet Technologies**. 1. ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 2007. 144 p.

REVISTA ESCOLA, **COMO ACONTECEM OS TERREMOTOS**. 2011 Disponível em:
< <http://revistaescola.abril.com.br/ensino-medio/como-acontecem-terremotos-538576.shtml> > Acesso em: 27 Abr 2011.

RONAN, COLIN A. **HISTÓRIA ILUSTRADA DA CIÊNCIA**. 2. ed. Jorge Zahar Editor: ZAHAR, 1987. 56 p.

SCIENCE CLARIFIED. **The First Thinking Machines**. 2005 Disponível em: <
<http://www.scienceclarified.com/scitech/Artificial-Intelligence/The-First-Thinking-Machines.html>> Acesso em: 31 mar 2011.

STANFORD UNIVERSITY, **QUAKE-CATCHER NETWORK SEISMIC MONITORING**, 2011 Disponível em: < <http://qcn.stanford.edu/sensor/> > Acesso em: 16 Mai 2011.

STUMPF, I. R. **MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA EM COMUNICAÇÃO**. São Paulo: Atlas, 2008. 51 p.

TERRA BRASIL, **OBSERVATÓRIO QUER R\$ 1,6 MI PARA SISMÓGRAFOS**. 2008 Disponível em: <<http://noticias.terra.com.br/brasil/noticias/0,,OI2772058-EI306,00-Observatorio+quer+R+mi+para+sismografos.html> > Acesso em: 20 Mai 2011.

UFRGS – MUSEU DE TOPOGRAFIA, **GIROSCÓPIO**. 2011 Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/museudetopografia/Artigos/GiroscoPIO.pdf> > Acesso em: 27 Abr 2011.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, **ESCALA RICHTER**. 2011 Disponível em: <<http://ecalculo.if.usp.br/funcoes/grandezas/exemplos/exemplo5.htm> > Acesso em: 27 Abr 2011.

USGS, **EARTHQUAKE FACTS AND STATISTICS**. 2011 Disponível em: <<http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqarchives/year/eqstats.php> > Acesso em: 16 Mai 2011.

USGS, **EARTHQUAKES IN THE WORLD**. 2011 Disponível em: <<http://earthquake.usgs.gov/> > Acesso em: 27 Abr 2011.

USGS, **LARGEST AND DEADLIEST EARTHQUAKES**. 2011 Disponível em: <<http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqarchives/year/byyear.php> > Acesso em: 16 Mai 2011.

ZOOM, **O QUE É ANDROID?**, 2012 Disponível em: <<http://www.zoom.com.br/celular/deumzoom/o-que-e-um-celular-android> > Acesso em: 16 Mai 2012.

APÊNDICE A – Artigo SBC

Protótipo de sistema de detecção e aviso de terremotos baseado em celulares

Eduardo R. dos Anjos, Anderson F. Talon, Elvino G. Silva, William C. Galvão

Ciências da Computação – Universidade Sagrado Coração (USC)
CEP 17011-160 - Bauru – SP - Brasil

Departamento de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas
Universidade Sagrado Coração (USC) – Bauru, SP – Brasil
eduardo.anjos@usc.br, anderson.talon@usc.br, egsilva@usc.br,
william.galvao@usc.br

Abstract. *The catastrophic events that have occurred in recent years, among them earthquakes, demonstrated the fragility and lack of resources of material, financial and research to study the phenomenon and help minimize their impact. The aim of this study is integrate the motion sensor (accelerometer) with the text messaging service (SMS) technology widely available in mobile devices known as mobile telephony, making it a fixed seismic station remote land, to help study of detection and warning in areas where these disasters occur seismic, since currently the phone is a handy and inexpensive and can be used as a means of detecting and warning of earthquakes that can cause great destruction, helping to minimize the loss of a material and human.*

Resumo. *Os eventos catastróficos que ocorreram nos últimos anos, dentre estes os terremotos, demonstraram a fragilidade e a falta de recursos de ordem material, financeira e de pesquisas para estudar o fenômeno e ajudar a minimizar o impacto destes. O objetivo deste estudo é integrar o sensor de movimentos (acelerômetro) com o serviço de mensagens de texto (SMS), tecnologias facilmente encontradas nos dispositivos móveis de telefonia conhecidos como celulares, tornando o mesmo uma estação sísmica remota fixa terrestre, para ajudar no estudo da detecção e aviso nas regiões onde ocorrem estas catástrofes sísmicas, visto que atualmente o celular é um dispositivo acessível e barato, podendo ser utilizado como meio de detecção e aviso de terremotos que possam causar grande destruição, ajudando a minimizar as perdas de ordem material e humana.*

1. Introdução

Na última década uma série de catástrofes sísmicas vem assolando a humanidade, dentre os mais destruidores estão os terremotos e os tsunamis, sendo o segundo tendo como precursor o primeiro.

“Um sismo resulta da ação de forças que atuam sobre uma dada estrutura geológica localizada na parte rígida da Terra. Para compreender porque um sismo ocorre em determinado local, com determinadas características, é necessário dispor de um vasto conjunto de dados sismológicos, geofísicos e geológicos para, então, se tentar explicar, por meio de modelos, a sua ocorrência.” (BARROS, 2010, p.1).

Em um mundo globalizado como hoje, uma grande gama de recursos tecnológicos faz parte de nossas vidas, um dos principais meios deste “leque” de recursos é o computador, que com o auxílio da rede mundial de computadores, Internet, é usado para realizar as mais distintas tarefas, como compras, trabalho, educação e entretenimento, substituindo as rotinas manuais que antes nos custava tempo e dinheiro.

“O ensino auxiliado pela internet tem o potencial de melhorar o ensino e a aprendizagem mais do que qualquer outra inovação recente.” (PRITCHARD, 2007).

Hoje, dispositivos móveis do tipo celular, são a grande vedete dos meios de comunicações atuais. Sendo ao mesmo tempo um telefone portátil e um computador de mão, o celular reúne uma infinidade de recursos e desempenho similar aos computadores utilizados hoje, porém infinitamente menores.

O celular pode ser utilizado para executar diversas tarefas em diversas áreas, neste estudo foi utilizado estes recursos disponíveis no mesmo, para ajudar na detecção e aviso de terremotos.

Neste estudo foi utilizado dois recursos disponíveis na grande maioria dos aparelhos celulares atuais, o dispositivo de detecção de movimentos, conhecido como acelerômetro e o envio de mensagens de texto (SMS).

Conforme pesquisa, o celular com o protótipo sistema de detecção e aviso de terremotos funciona como estação sismológica remota fixa terrestre, é importante que isto seja lembrado durante toda a leitura deste estudo, além disso, feito um levantamento dos custos de sensores de terremoto comercial do tipo (Figura 1), ambos não possuem o recurso de envio de SMS, ou seja, teremos apenas um comparativo simples, visto que não foram encontrados sensores com este recurso embutido, salvo estações sísmicas mais complexas segundo TERRA BRASIL (2008), porém com aparelhos ultrasensíveis com valor de R\$ 10.000 a R\$ 80.000, comparando com celulares com os recursos que foi utilizado, constatamos que além de acessível e barato, foi um fator positivo quanto a custos para o desenvolvimento deste trabalho que busca auxiliar na detecção e aviso de terremotos, buscando minimizar as perdas materiais e de vidas.



Figura 1 - SOS LIFE e Earthquake Detector, € 250,00 Euros (R\$ 900)

Segundo USGS (2011), na Figura 2 quase 227.000 pessoas morreram no ano de 2010 em decorrência dos terremotos, ressaltando a importância cada vez maior de estudos como este que colaboram para amenizar o impacto destas catástrofes.

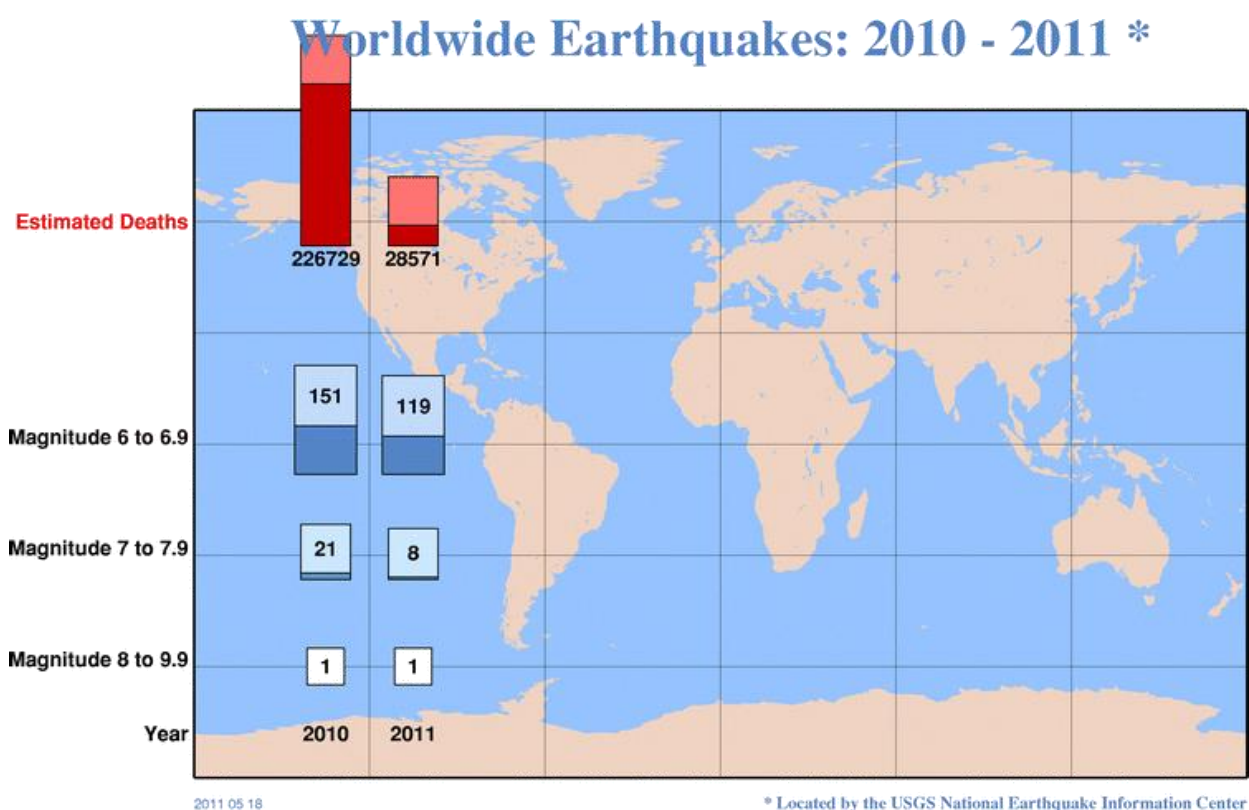


Figura 2 - Terremotos e vítimas no ano de 2010 e parte de 2011

2. MOTIVAÇÃO

A motivação deste estudo é criar um protótipo de sistema de detecção e aviso de terremotos baseado em dispositivos de telefonia móvel, funcionando como estação

sistêmica fixa terrestre, ajudando a minimizar as perdas materiais e humanas, visto que os terremotos são fenômenos que o homem não é capaz de prever, cabendo apenas ajudar a minimizar o impacto destrutivo causado pelo mesmo quando já houve a ocorrência.

Hoje, os sistemas atuais de detecção e aviso de terremotos demandam muito tempo de pesquisa e desenvolvimento, demandando enormes quantidades de recursos financeiros e humanos.

Este estudo demonstra que a partir de um simples e amplamente acessível celular é possível criar um dispositivos que possa detectar e avisar sobre a ocorrência de terremotos, não demandando muita pesquisa, fator crucial para ajudar os países que carecem de recursos financeiros e humanos para o desenvolvimento destes dispositivos.

Diante deste contexto ressalta-se a necessidade do estudo dessa tecnologia que é um benefício real para ajudar na detecção destes fenômenos.

Os seguintes meios serão utilizados para atingir o objetivo deste estudo:

- Utilizou-se recursos presentes nos celulares atuais para desenvolver um sistema integrando o detector de movimentos (Acelerômetro) com o envio de mensagens de texto (SMS).
- Foi desenvolvido um algoritmo para captar os valores gerados pelo Acelerômetro através de movimentos, integrando com o envio de mensagem de texto (SMS).

3. ACELERÔMETRO

Segundo DIMENSION ENGINEERING (2011), o acelerômetro é um dispositivo eletromecânico que segue o princípio do giroscópio mencionado acima que mede a aceleração de um objeto, onde aceleração é o tempo calculado durante a mudança de velocidade. Estas forças (Figura 3) podem ser estáticas, trabalhando somente com a força da gravidade (Eixo Y), ou dinâmica, causada pela movimentação ou vibração do acelerômetro (Eixos X, Y e Z).

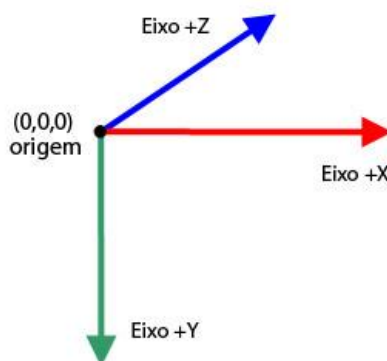


Figura 3 - Eixos X, Y e Z

Hoje, os acelerômetros estão presentes nos mais diversos dispositivos e com o passar dos anos, com dispositivos cada vez menores, estes ficaram menores ainda, por conta

disto, entramos em nanotecnologia, na Figura 4, vemos um acelerômetro em escala de 13 nanômetros, ou seja, para se ter uma idéia, 01 nanômetro corresponde à subunidade do metro, sendo este, um milionésimo do metro.

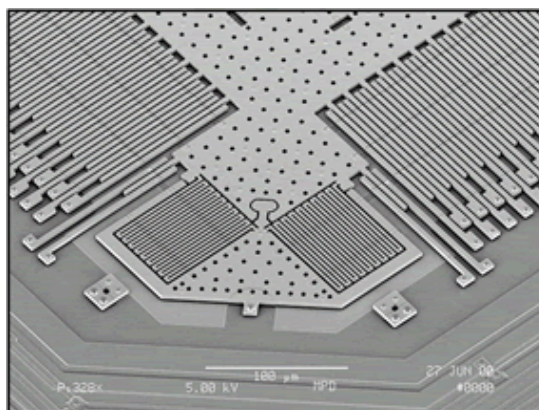


Figura 4 - Acelerômetro visto de um microscópio

4. SMS

Segundo HSW (2011), a sigla SMS significa Small Message Service, ou seja, serviço de mensagem curta, criado por engenheiros noruegueses no fim da década de 80 para funcionar em conjunto com a tecnologia digital chamada de GSM (Sistema global para comunicações móveis), que é base de comunicação para a maioria dos celulares modernos, basicamente a intenção era que o serviço funcionasse mesmo que o celular estivesse desligado ou fora da área de cobertura.

5. METODOLOGIA

Para realização do presente estudo foi desenvolvido inicialmente uma pesquisa bibliográfica na qual foi possível familiarizar-se com as características e peculiaridades do tema a ser explorado, segundo a autora STUMPF (2008), esta pesquisa é o planejamento inicial para qualquer trabalho que envolva pesquisas.

A pesquisa aplicada utilizada neste projeto, todo o levantamento de dados dos principais problemas encontrados na pesquisa bibliográfica serão posteriormente analisados, e a aplicação foi desenvolvida transferindo estes resultados para a realidade.

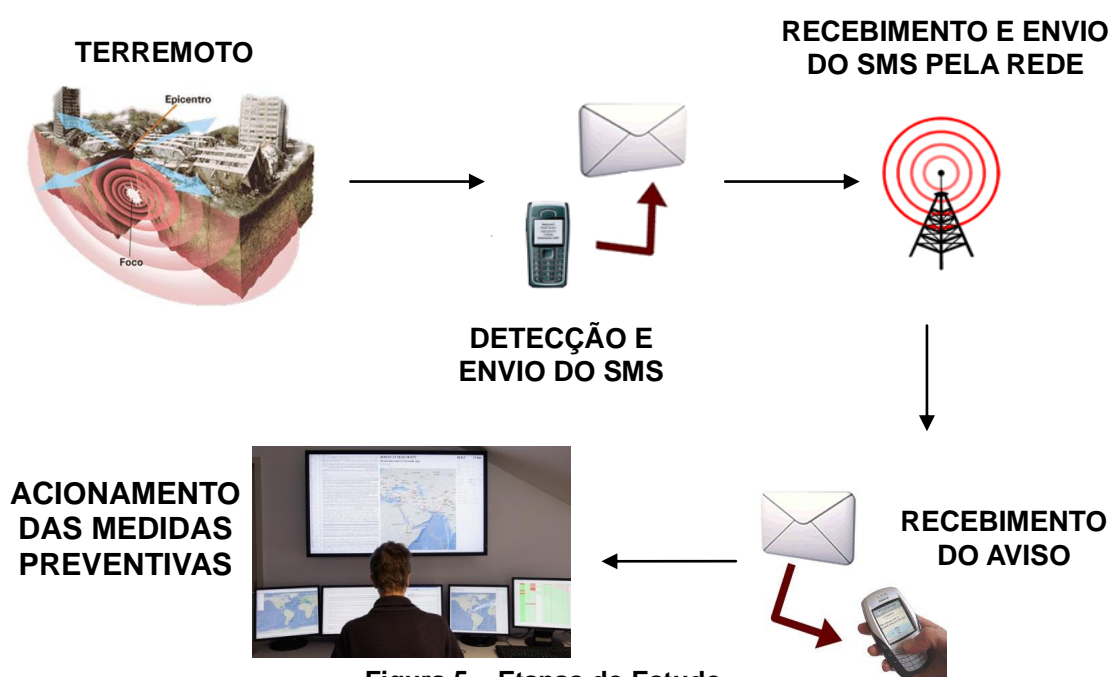
Para o desenvolvimento do sistema de detecção e aviso de terremotos, foi utilizada a linguagem de programação Java ME.

Foi utilizado o IDE de desenvolvimento ECLIPSE, versão 4.2, além disso, foram utilizadas as bibliotecas API's baseados em celulares Samsung, no caso utilizamos como plataforma, o sistema operacional ANDROID versão 2.3, presente nestes celulares da fabricante.

O protótipo funciona da seguinte maneira, há uma comparação entre variáveis do estado inicial e final, se houver diferença é disparado o SMS, mais especificamente através da detecção de um abalo sísmico, os bastonetes do *hardware* acelerômetro vibram,

produzindo valores nos eixos X e Y, estes valores são transmitidos do *hardware* para *software*, se estes valores estiverem diferentes do estado inicial é feito o acionamento do evento envio de SMS, onde este possui duas variáveis já definidas, que é o número padrão do telefone que será enviado o SMS e a mensagem padrão, neste caso é disparado após a detecção do abalo sísmico.

Conforme Figura 5, é importante ressaltar que este protótipo de sistema funciona como estação sísmica remota fixa terrestre, onde após a ocorrência do sismo, o sistema presente no celular é acionado após a detecção de movimentos feita pelo acelerômetro, neste é gerado um valor específico pelo movimento do celular, a partir deste dado, automaticamente aciona a API de envio de SMS, que avisa da detecção do terremoto, enviando o SMS para um número de celular previamente cadastrado, onde o receptor pode acionar as medidas preventivas, finalizando assim o conceito das etapas de funcionamento deste protótipo.



Neste estudo, foi levado em conta o funcionamento do protótipo do sistema, do dispositivo acelerômetro e método de envio do SMS, demais recursos do celular foram previamente desativados. Também foram descartados o atraso de envio do SMS até o destino, bem como a avaliação de desempenho de operadoras de telefonia móvel.

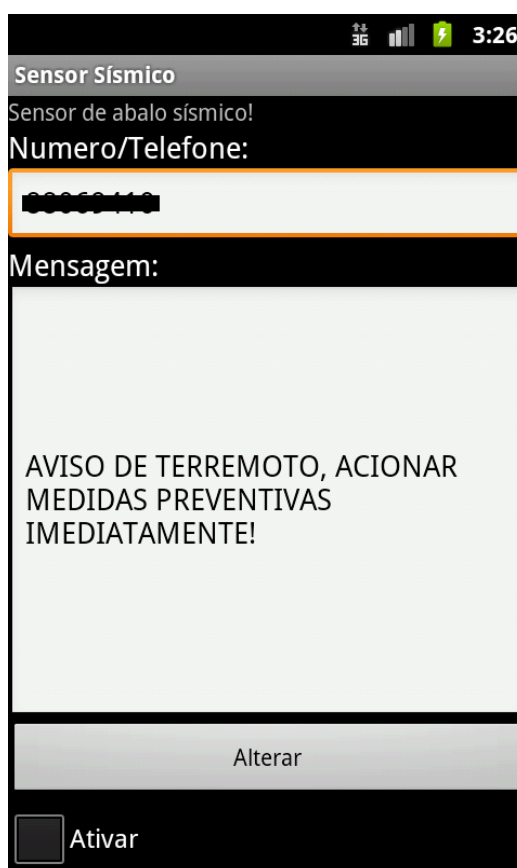
6. RESULTADOS OBTIDOS

Dos resultados pode-se concluir que o protótipo de sistema de detecção e aviso de terremotos utilizado para se fazer a detecção de sismos utilizando o celular obteve sucesso.

Foram desconsiderados fatores externos como mudanças climáticas, além de interferências externas como queda de árvores, etc, além disso, vale ressaltar que a forma com que ocorrerá o abalo sísmico foi totalmente artificial, ou seja, foram

desconsiderados fatores como intensidade do abalo sísmico para acionamento do sistema, visto que no Brasil, não há incidências frequentes de terremotos localizados e não há meios acessíveis de reproduzi-lo na intensidade exata.

Na Figura 6, já demonstra o protótipo desenvolvido, onde no primeiro campo de texto é possível personalizar o número de telefone destino e no segundo campo maior de texto a mensagem que será enviada, bastando preencher os campos devidamente nomeados e selecionar o botão “Alterar”, que as variáveis serão adotadas como padrão. Há também um check-box chamado “Ativar”, que após realizada a inserção dos dados é possível habilitar todo o sistema para funcionar com os valores padrão ou personalizados, também pode ser utilizado caso seja necessário movimentar o dispositivo para outra localidade, onde basta desativá-lo para que o sistema não dispare SMS caso o sensor de sismos acelerômetro detecte algum movimento.



Sensor Sísmico

Sensor de abalo sísmico!

Numero/Telefone:

00000000000000000000

Mensagem:

AVISO DE TERREMOTO, ACIONAR
MEDIDAS PREVENTIVAS
IMEDIATAMENTE!

Alterar

Ativar

Figura 6 - Protótipo do sistema

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo demonstra que é possível criar um sistema de detecção e aviso de terremotos acessível e simples de operar, o que vem a colaborar com nações cujos recursos financeiros e de pesquisa são escassos, ajudando a minimizar o impacto causado por este fenômeno destrutivo, salvando vidas e minimizando estragos de ordem material.

REFERÊNCIAS

BARROS, Lucas Vieira. (2010) “Sismicidade, Esforços Tectônicos e Estrutura Crustal da Zona Sísmica de Porto dos Gaúchos.” Brasília: UNB/IG, 2010. 02 p. Tese de Doutorado nº 099 – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, Brasil.

DIMENSION ENGINEERING LLC, “ACCELEROMETERS”, (2011)
<http://www.dimensionengineering.com/accelerometers.htm>. Maio.

HSW, COMO FUNCIONA O SMS, (2011)
<http://ciencia.hsw.uol.com.br/giroskopios.htm>. Maio.

LAMIT COMPANY, SOS-LIFE “Earthquake early warning system.” (2012)
<http://www.lamit.ro/earthquake-early-warning-system.htm>. Maio.

LECHETA, R. (2009), “APRENDA A CRIAR APLICAÇÕES PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS COM O ANDROID SDK.” Novatec, São Paulo, Brasil

PRINCETON UNIVERSITY, “MEMS/NANOSCALE THIN FILMS,” (2011)
http://www.princeton.edu/mae/people/faculty/soboyejo/research_group/research/mems. Maio.

PRITCHARD, (2007) A. “Effective Teaching With Internet Technologies.” 1. ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 144 p.

STUMPF, I. R. (2008), “MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA EM COMUNICAÇÃO.” São Paulo: Atlas, 51 p.

TERRA BRASIL, “OBSERVATÓRIO QUER R\$ 1,6 MI PARA SISMÓGRAFOS.” (2008)
<http://noticias.terra.com.br/brasil/noticias/0,,OI2772058-EI306,00-Observatorio+quer+R+mi+para+sismografos.html>. Maio.

USGS, (2011), “EARTHQUAKE FACTS AND STATISTICS.”
<http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqarchives/year/eqstats.php>. Maio.