

SISTEMA DE SEGURANÇA PARA CADEIRA DE BEBÊ CONTROLADO POR APLICATIVO COMPUTACIONAL

Eraí de Souza Júnior

Faculdades Integradas de Taquara – Faccat – Taquara – RS – Brasil
erai@faccat.br

Me. Flávia Pereira de Carvalho

Professora Orientadora
Faculdades Integradas de Taquara – Faccat – Taquara – RS – Brasil
fpereira@faccat.br

Resumo

Este artigo apresenta os resultados de pesquisa e desenvolvimento que teve por finalidade a criação de um protótipo que pode auxiliar no problema dos pais esquecerem bebês ou crianças pequenas trancadas dentro dos veículos, pretendendo assim evitar assim possíveis óbitos causados por hipertermia veicular. Neste protótipo foi utilizada a plataforma Arduino, com a intenção de alertar as pessoas próximas do veículo através de alerta sonoro, assim como seus pais, no entanto estes através de mensagens SMS (*Short Message Service*) avisando que uma criança pode ter sido esquecida no veículo.

Palavras-chave: hipertermia, automóvel, Arduino, SMS.

SECURITY SYSTEM FOR CHAIR BABY CONTROLLED BY APPLICATION COMPUTER

Abstract

This article shows the results of research and development aimed to create a prototype that can assist in the problem of parents forget the babies or small children locked in vehicles, pretending this to avoid possible deaths caused by vehicular hyperthermia. In this prototype the Arduino platform was used, with the intent to warn people around the vehicle using the audible alert, as well as their parents however those through of SMS (Short Message Service) advising that a child may have forgotten in the vehicle.

Key-words: hyperthermia, automobile, Arduino, SMS.

1 INTRODUÇÃO

A preocupação para evitar acidentes com crianças e bebês trancados em veículos não é nova, em 2002 a NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) anunciou a criação de um dispositivo que auxiliaria neste problema. Um sensor colocado na cadeira do bebê é ligado a um módulo que se comunica com o chaveiro do condutor do veículo, soando um alarme e apenas desligado quando a criança é retirada da cadeira (BRAUKUS; RINK; FENNELL, 2002).

Sendo assim, a importância desta pesquisa pode ser dimensionada pelo estudo de Guard (2005), o artigo apontou que ocorreram 171 fatalidades por hipertermia, aumento excessivo da temperatura corporal, ocorridas em crianças nos Estados Unidos no período de 1995 à 2002, 73% destas crianças foram deixadas ou esquecidas em veículos por adultos. Nesta pesquisa, a idade das crianças analisadas foi de até 4 anos. Corroborando estes dados McLaren, Null, Quinn (2005), apontam que o número de óbitos de crianças por este motivo é alarmante visto que, desde o ano de 1998, 604 crianças faleceram. Também segundo a *Kids and Cars*, uma organização sem fins lucrativos dedicada a prevenção e segurança de crianças em relação a veículos automotores, aponta como uma solução para evitar estas tragédias, uma combinação de conscientização e tecnologia, que visa alertar a população que um momento de esquecimento pode ser fatal. A *Kids and Cars* atua nos Estados Unidos, para que todos os veículos venham equipados de fábrica com algum dispositivo de segurança que alerte o motorista que uma criança foi esquecida no veículo (Kids and Cars, 2012). No entanto como no Brasil ainda há poucas estatísticas sobre o assunto, também há poucas soluções para este difícil problema, portanto estes dados ressaltam a importância do projeto.

O presente artigo apresenta os resultados da pesquisa e desenvolvimento de um protótipo que pretende auxiliar no problema dos pais esquecerem bebês ou crianças pequenas trancadas dentro dos veículos, pretendendo assim evitar assim prováveis óbitos causados por hipertermia veicular.

Com este protótipo utilizando a plataforma Arduino, será possível alertar as pessoas próximas do veículo através de aviso sonoro, assim como seus pais, estes através de mensagens SMS, alertando que possivelmente houve esquecimento de uma criança dentro de um veículo.

Este artigo possui a seguinte estrutura: a seção 2 o referencial teórico, a seção 3 apresenta a metodologia, a seção 4 os resultados obtidos e a seção 5 traz as conclusões do estudo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

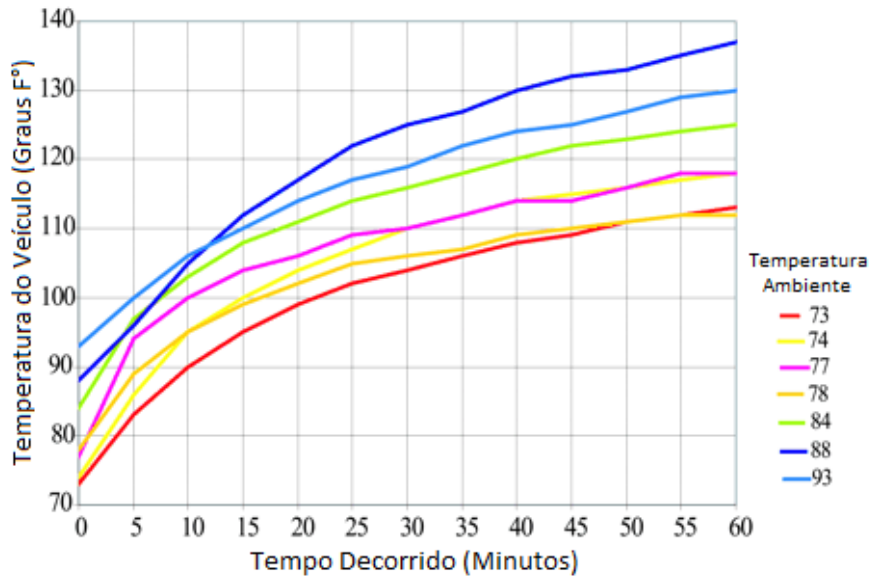
2.1 Esquecimento de bebês em veículos

O esquecimento de bebês dentro de veículos é tão grave e fatal que este trágico acontecimento foi tema da reportagem ganhadora do prêmio *Pulitzer* em 2010, a reportagem do jornal Washington Post, intitulada *Distração Fatal*, escrita pelo jornalista Gene Weingarten (2009), discorre sobre o questionamento da criminalização deste fato. O autor aborda diversas explicações para estas ocorrências, dentre elas os fatores que levam para este terrível acontecimento. Estes fatores diferenciam-se pouco uns dos outros, em sua pesquisa para o artigo o autor relata que o esquecimento pode ocorrer independentemente da idade, profissão ou etnia. Que em alguns casos nem mesmo o alarme veicular comum não pode auxiliar os pais, pois quando o alarme soava, os pais não relacionavam o som do alarme com a lembrança de seu filho no carro e assim apenas desativavam o alarme e continuavam a tarefa que estavam realizando.

O risco de óbito por esquecer uma criança presa em um veículo é ocasionado pela chamada hipertermia veicular, sendo que hipertermia é a elevação da temperatura corporal, ocorrendo quando o corpo não é capaz de livrar-se do excesso de calor. Esta pode ser causada por temperatura ambiente excessivamente alta e incapacidade de dissipar o calor (WOLD, 2013).

A relevância do estudo da hipertermia, no esquecimento das crianças em carros pode ser observada na pesquisa de McLaren, Null, Quinn (2005), que analisaram a temperatura interna dos veículos, observando que a curva de crescimento do aumento de temperatura é praticamente a mesma para diferentes temperaturas ambiente, ilustrado pela Figura 1. Cerca de 80% do aumento da temperatura ocorreu nos primeiros 30 minutos. Logo uma criança presa em um veículo com temperatura ambiente amena, mesmo que por poucos minutos sofre risco significativo.

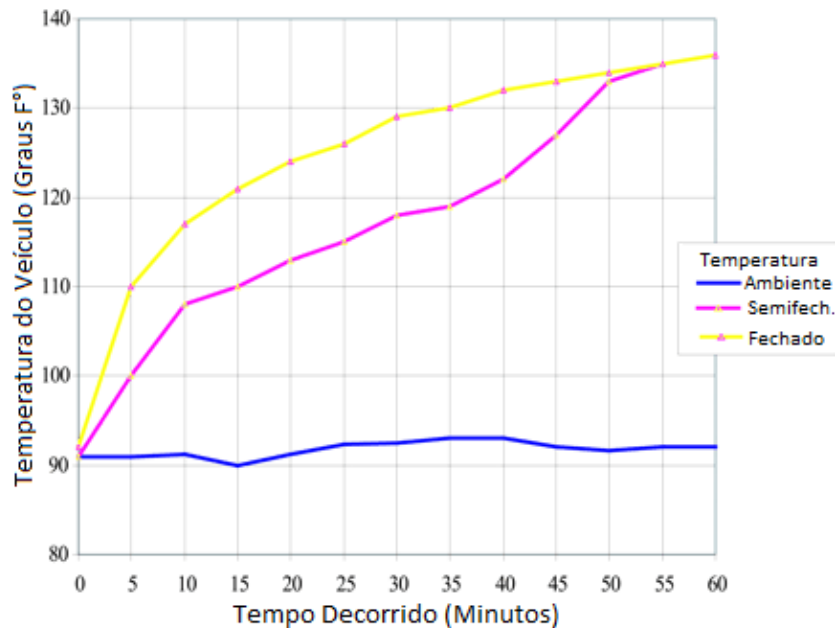
Figura 1: Aumento de temperatura versus temperatura ambiente



Fonte: Adaptado de McLaren, Null, Quinn (2005, p. 1)

Conforme representado pela Figura 2, deixar o veículo com as janelas levemente abertas, com cerca de 4 centímetros, não reduz a temperatura final, tampouco minimiza o processo de aquecimento interno do veículo, estes dados confrontam um mito da cultura de muitos motoristas, que o fazem na expectativa de amenizar a temperatura interna do veículo.

Figura 2: Temperatura interna do veículo com janelas fechadas e semifechadas



Fonte: Adaptado de McLaren, Null, Quinn (2005, p. 1)

Segundo Hafen (1999) alguns sintomas relacionados as altas temperaturas podem ser, febre, pele avermelhada ou quente, convulsões, perda de consciência e queda de pressão arterial. Como pode ser ilustrada pela Figura 3, a relação de umidade do ar e a temperatura, pode ocasionar riscos, mesmo com temperaturas não elevadas, as quais estamos acostumados a enfrentar em nosso cotidiano.

Figura 3: Escala de risco de calor e umidade



Fonte: Hafen (1999, p. 413)

O local apropriado para o transporte dos bebês e crianças pequenas é na chamada cadeirinha de bebê, devido a Resolução N.º 277 do CONTRAN (Conselho Nacional de Trânsito), datado de maio de 2008, esta resolução torna necessário o uso de dispositivo de retenção denominado “bebê conforto ou conversível” para o transporte de crianças de até um ano de idade. Sendo que para as crianças entre um ano e quatro anos, deverá ser utilizada a “cadeirinha”. Por fim, as crianças entre quatro anos e sete anos e meio, deverão ser transportadas no “assento de elevação”.

O objetivo da Resolução N.º 277 é estabelecer condições mínimas de segurança para reduzir o risco em casos de colisão ou de desaceleração repentina dos veículos, limitando o deslocamento do corpo da criança.

Sendo assim, devido a posição da cadeirinha de bebê ficar atrás dos bancos dianteiros, ou seja, localizada no banco traseiro do veículo e também devido a posição correta do bebê conforto que é item igualmente obrigatório, pode não deixar o bebê aparente no ângulo de

visão do motorista, conforme ilustra a Figura 4. Logo, estes fatores podem colaborar para o possível esquecimento de uma criança (WEINGARTEN, 2009)

Figura 4: Lei da cadeirinha para bebê no automóvel



Fonte: Motorhomes (2013, p. 1)

2.2 Tecnologias

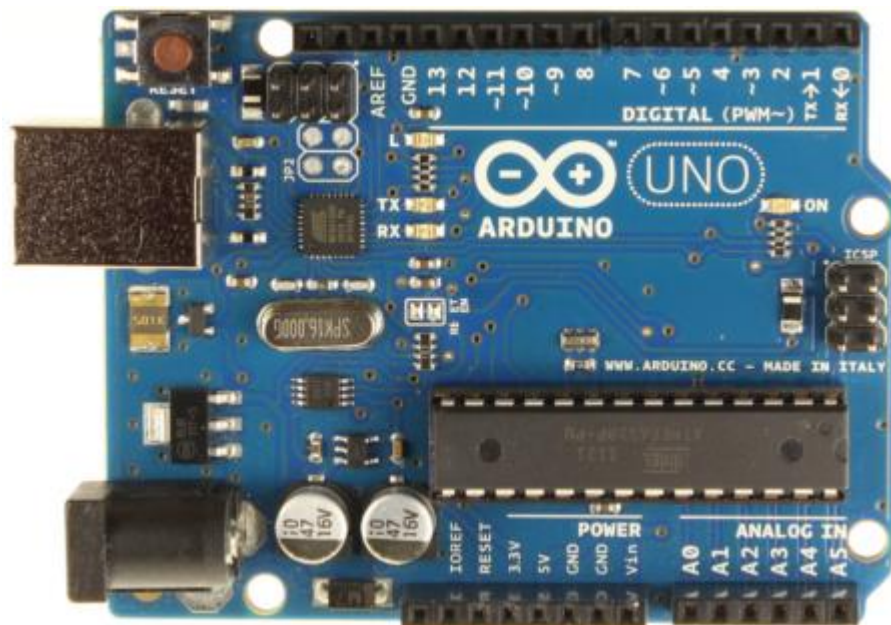
Segundo Mcroberts (2011), *hardware* e *software* Arduino são *open source*, isso possibilita que qualquer pessoa possa utilizá-lo livremente, para qualquer fim. Também é possível utilizar *shields* para expansões de projetos, como: Módulos GSM (*Global System for Mobile Communications*), módulos GPS (*Global Positioning System*), módulos *ethernet* entre outros.

O módulo Arduino Uno é baseado no microcontrolador ATmega328, indicado para desenvolvimento de protótipos, com fácil integração com diferentes *hardwares* compatíveis com o padrão Arduino. Este possui 14 entradas e saídas digitais, 6 entradas analógicas e porta USB (*Universal Serial Bus*) para alimentação ou transferência de dados, além de possuir um *bootloader*¹ gravado no microcontrolador (ARDUINO, 2013).

¹ *Bootloader* é o primeiro software executado pelo microcontrolador.

A possibilidade de utilizar uma plataforma totalmente *open source*, com amplo acervo de materiais mantido por diversas empresas e entusiastas, juntamente com a possibilidade de melhorias do protótipo no futuro por outros acadêmicos e estudantes, foi fator decisivo na escolha para desenvolvimento deste protótipo. Assim como o fato da diminuição de custos na aquisição de *hardwares* e *softwares*, que por usar tecnologia livre, permite obter preços mais acessíveis a possíveis consumidores, caso este produto venha a ser produzido em maior escala.

Figura 5: Módulo Arduino Uno

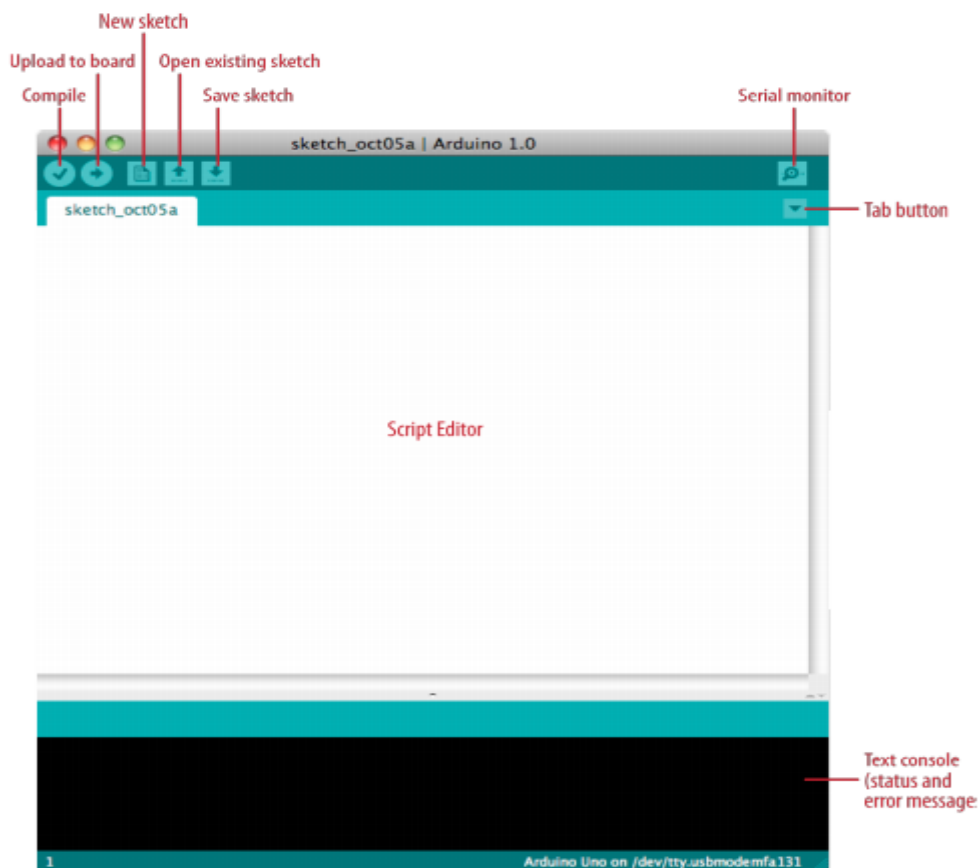


Fonte: Arduino (2013, p. 1)

O ambiente de desenvolvimento ou IDE (*Integrated Development Environment*) do Arduino é multiplataforma, possibilitando o uso em diversos sistemas operacionais, proporcionando maior liberdade para os desenvolvedores.

Segundo Mcroberts (2011), o Arduino utiliza uma linguagem baseada em C para construir seus *sketches*, nome utilizado para os programas desenvolvidos utilizando a plataforma Arduino. Após escrever o código fonte do programa, é necessário compilar e depurar o programa em busca de erros. Após, através da própria IDE, basta apenas fazer o *upload* para gravar o *sketch* no Arduino.

Figura 6: IDE (*Integrated Development Environment*) do Arduino

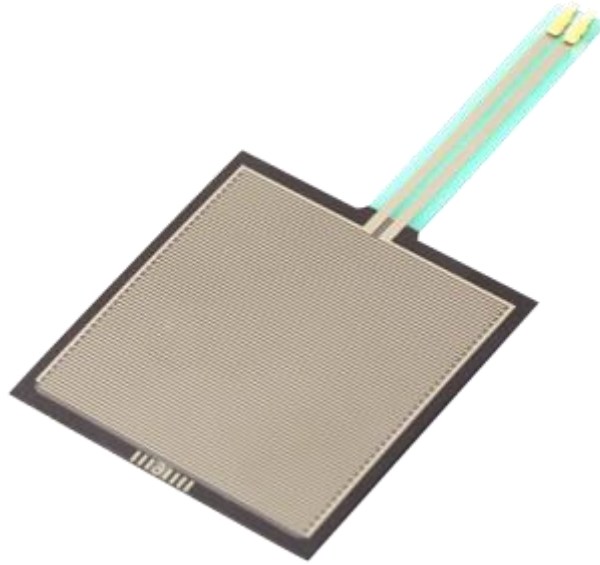


Fonte: Margolis (2011, p. 11)

Ainda na confecção do protótipo, foi utilizado um resistor sensível a força, conforme ilustrado na Figura 7. Esse fica posicionado no assento da cadeira de bebê, assim sendo possível detectar a presença de um bebê ou criança pequena.

A resistência do componente varia de acordo com a pressão aplicada, quando não há pressão a resistência é maior que 1M Ohm. Este resistor é sensível a forças entre 10 gramas a 10 quilogramas (FSR, 2010).

Figura 7: Resistor sensível a força



Fonte: Robocore (2013, p. 1)

Com o objetivo de avisar o condutor do veículo e possíveis pessoas próximas, que um bebê ou criança pequena está sendo deixada no interior do veículo, foi utilizado um *buzzer*. Este componente consegue emitir sons nas frequências de aproximadamente 180Hz à 18Khz, de modo contínuo ou oscilando, permitindo assim a customização do alerta.

Figura 8: *Buzzer*



Fonte: Arduinobymyself (2013, p. 1)

Ainda, foi utilizada comunicação serial entre o Arduino e um telefone celular Morotola W220, ilustrado pela Figura 9. O protocolo de comunicação serial é comumente utilizado em diversos equipamentos, podendo ser utilizado com diversos tipos de conectores. Sendo que para realizar uma comunicação via serial é possível utilizar somente 3 fios, RX, TX e terra (NEMETH; SNYDER; HEIN, 2007).

O objetivo desta integração é realizar o envio de mensagens SMS. Este é um serviço assimétrico de envio de mensagens alfanuméricas curtas de até 160 caracteres em redes GSM. A comunicação é realizada entre a estação móvel e o centro de serviço (BERTAZIOLI, 2002).

Sendo assim, o primeiro SMS foi enviado em 03 de dezembro de 1992 pelo engenheiro Neil Papworth, da empresa Britanica Sema Group, que continha a mensagem de “Feliz natal” para Richard Jarvis, diretor da empresa Vodaphone (TALUKDER; AHMED; YAVAGAL, 2010).

Desta forma, este protótipo pode comunicar-se com qualquer telefone celular, não existindo dependência do uso de *smartphones* ou instalação de aplicativos específicos para receber os alertas gerados pelo produto.

Ainda, neste protótipo optou-se pela utilização de um telefone celular antigo com tecnologia GSM para o envio de mensagens SMS. Possibilitando o reaproveitamento de um aparelho antigo no desenvolvimento de um novo produto, evitando assim o desperdício de recursos.

Desta forma, contribuindo para a redução de lixo eletrônico, onde o mais grave problema é a ação de metais pesados como o chumbo, cádmio e mercúrio. Logo, estes detritos precisam passar por um tratamento apropriado para evitar a contaminação do meio ambiente (GEA, 2013).

Ainda, corroborando com o problema citado, o Brasil é o país emergente que mais gera lixo eletrônico de computadores *per capita* do mundo, cerca de 0,5Kg ao ano por pessoa (TRIGUEIRO, 2012).

Figura 9: Celular Motorola W220



Fonte: Motorola (2013, p. 1)

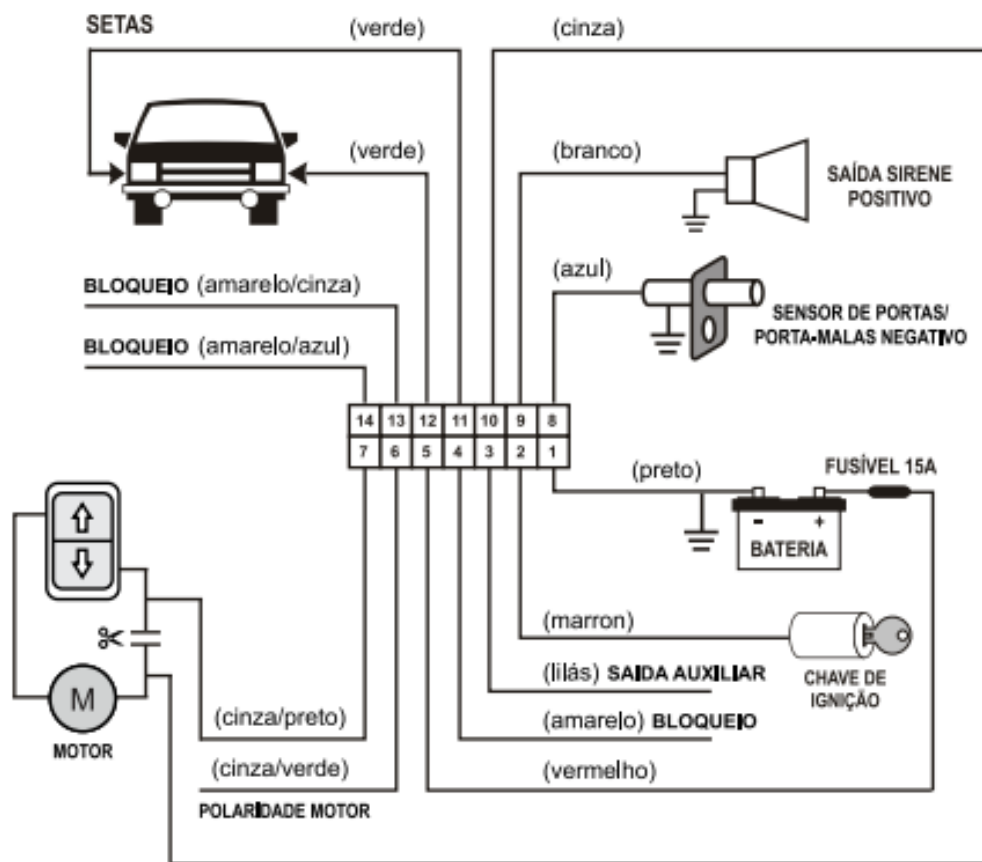
2.3 Produtos similares

Atualmente existem produtos similares ao protótipo desenvolvido neste trabalho, disponíveis para compra no mercado nacional e internacional, mostrando que há necessidade deste tipo de solução para auxiliar os pais na tarefa de cuidar de seus filhos.

Um destes produtos é o Lembra Bebê (2013) desenvolvido pela Lifthec, que possui funcionalidades como, envio de SMS, abaixar os vidros do veículo, destravar portas, acionamento de setas de alerta, alarme sonoro e outras, caso seja detectado o esquecimento de uma criança no veículo.

Como demonstra a Figura 10, muitos dos recursos do produto dependem da integração com o sistema elétrico do veículo. A instalação de produtos como módulo de levantamento de vidros e rastreador veicular, estão na lista de produtos de alto risco, que se instalados fora de uma rede autorizada, poderá ocasionar a perda da garantia de fábrica de determinados itens (PEREZ, 2010).

Figura 10: Sugestão de instalação do módulo



Fonte: Lembra Bebê (2013, p. 1)

O produto *True Fit™ IAlert™*, das empresas *TOMY International* e *The First Years*, é uma cadeirinha de bebê que se comunica com *smartphones* através de um aplicativo proprietário, conforme a Figura 11. Neste produto são enviadas informações de segurança aos pais durante viagem, como alertas de temperatura e ajuste do cinto de segurança (THEFIRSTYEARS, 2013).

Figura 11: True Fit Ialert



Fonte: Thefirstyears (2013, p. 1)

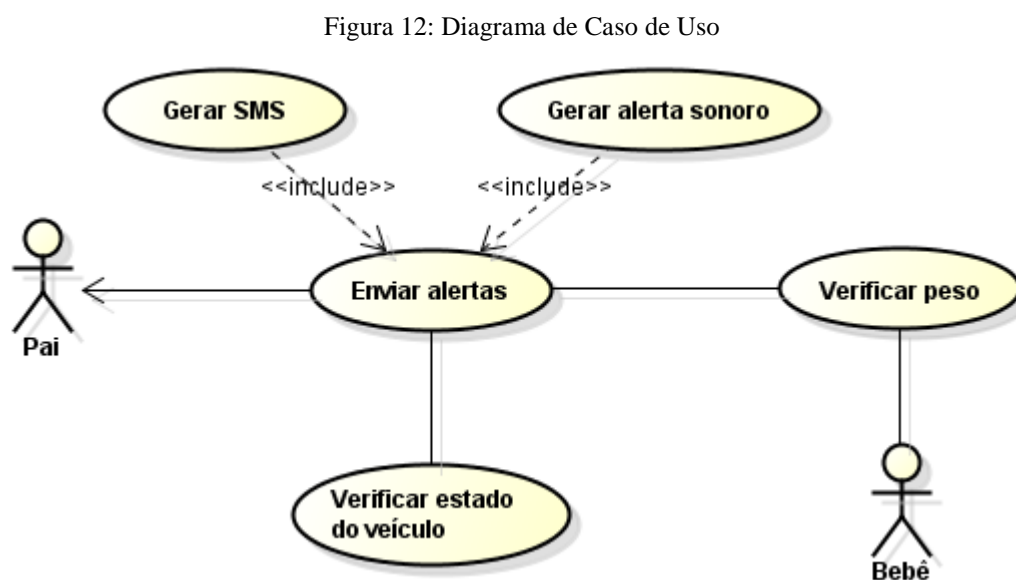
3 METODOLOGIA

O modelo escolhido para o desenvolvimento deste trabalho foi a prototipagem evolucionária, que segundo Davis (1992), é uma abordagem de desenvolvimento sistemática, que tem como objetivo descobrir requisitos desconhecidos para que em seguida seja realizada a evolução do protótipo.

3.1 Análise

A análise foi iniciada através de pesquisas em periódicos que relatavam casos de esquecimento de bebês, onde o objetivo principal desta pesquisa era compreender os motivos que levavam a este fato. Assim, houve a necessidade de desenvolver um sistema eletrônico que auxiliasse na solução deste problema. Sendo assim, foi realizada a análise de requisitos deste protótipo através de pesquisas em diversos *datasheets* de componentes eletrônicos usados neste projeto, inclusive o próprio módulo Arduino Uno.

A Figura 12 exibe o diagrama de caso de uso em alto nível, que foi usado como base para a modelagem do *software*.

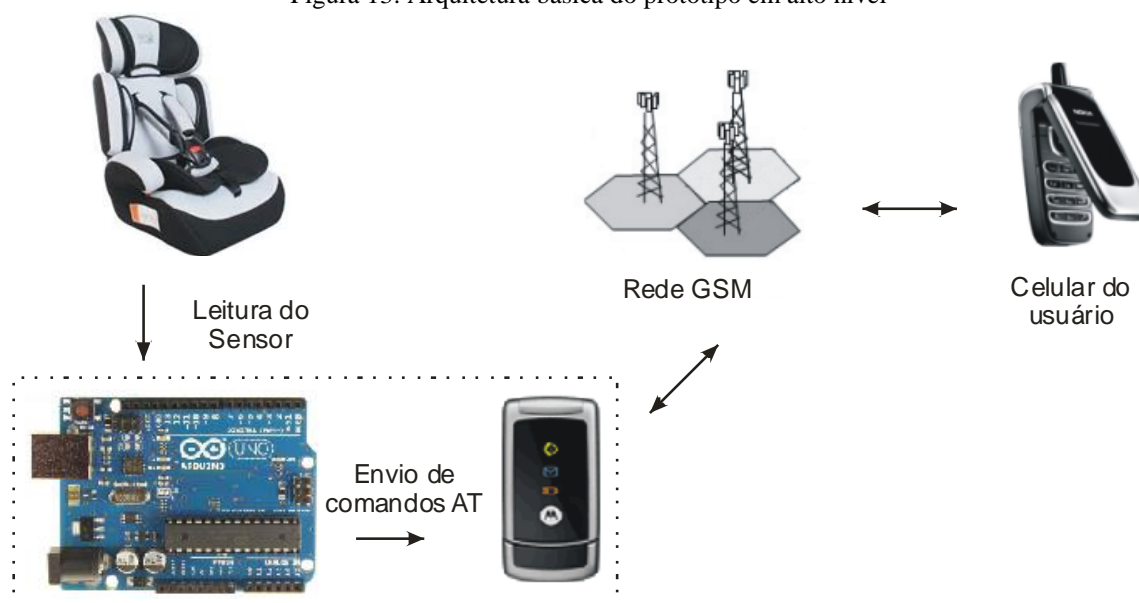


3.2 Modelagem

Através dos requisitos levantados na análise, chegou-se a necessidade do uso das tecnologias e equipamentos ilustrados na Figura 13. Onde através de um resistor sensível a força, colocado sob o assento da cadeirinha de bebê, é possível realizar leituras deste através do módulo Arduino Uno. Sendo que para realizar a alimentação dos componentes do protótipo, foi desenvolvida uma placa PCI (Placa de Circuito Impresso), que posteriormente é ligada nos polos positivo e negativo da bateria do veículo, onde reguladores de tensão,

diminuem a tensão de saída do circuito para 5 volts, assim alimentando o próprio módulo Arduino Uno, o resistor sensível a força e o celular Motorola W220. Ainda neste módulo de integração, é realizada a ligação com o circuito de pós ignição do veículo, que também tem sua tensão reduzida através dos reguladores de tensão no próprio módulo, antes de conectá-lo ao módulo Arduino. Devido as mensagens de SMS geradas, via integração do módulo Arduino com o celular, é necessária a cobertura de uma rede de telefonia GSM para realizar a entrega das mensagens SMS para o celular do destinatário.

Figura 13: Arquitetura básica do protótipo em alto nível



3.3 Desenvolvimento

O desenvolvimento deste protótipo foi realizado com base na plataforma Arduino, onde possivelmente este produto auxiliará na problemática dos pais esquecerem seus filhos trancados dentro de veículos. Sendo assim, utilizou-se na fase de desenvolvimento de projeto e, posteriormente na produção desta solução, os itens descritos nos subcapítulos abaixo.

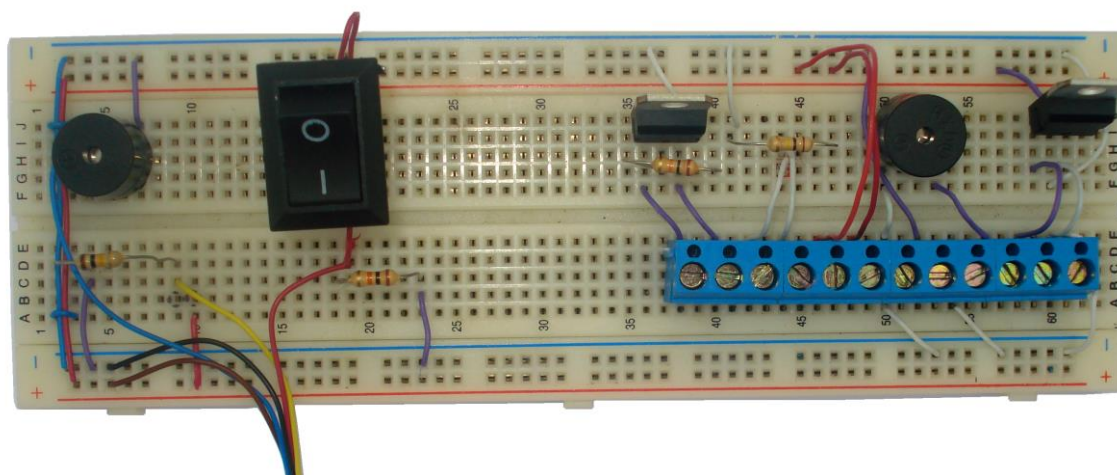
3.3.1 Simulação e modelagem de circuitos eletrônicos

Para a simulação de todos os componentes do circuito eletrônico e a modelagem da placa de circuito impresso, inicialmente foi utilizado o *software* Pcad, porém, por fins de

praticidade, decidiu-se então migrar o projeto para a plataforma de *software* Proteus, da empresa Labcenter Electronics, que segundo DING, LI (2011), é uma plataforma inovadora que inclui o *software* Isis para simulação de diversos componentes eletrônicos e também o *software* Ares, para desenvolver o *layout* da placa de circuito impresso.

Com o objetivo de realizar a validação em ambiente real do circuito projetado no *software* Pcad e Proteus, foi utilizado na fase inicial de construção do protótipo uma *protoboard*. Esta é caracterizada por ser uma placa onde é possível conectar e desconectar os componentes eletrônicos com agilidade, permitindo assim a reutilização de todas estas peças, ainda sendo possível a execução de diversos testes antes da produção de uma placa de circuito impresso definitiva (TOOLEY, 2007).

Figura 14: Protoboard

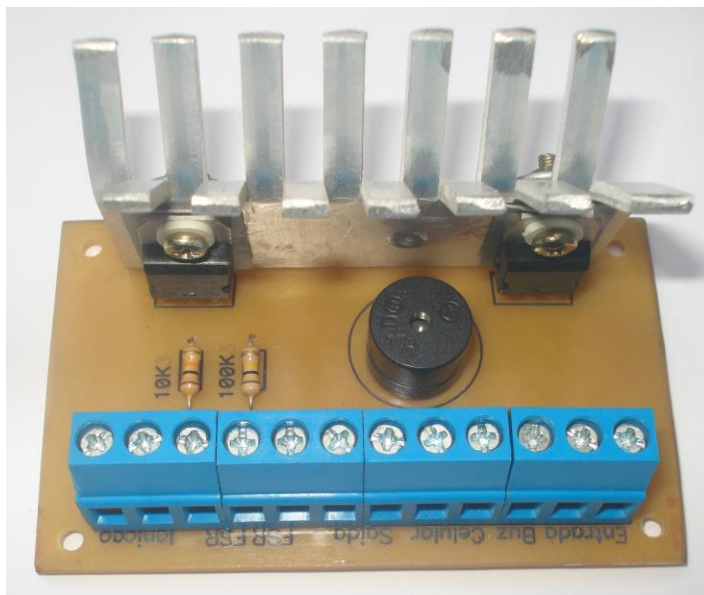


3.3.2 PCI

Para realizar a alimentação do módulo Arduino Uno, do celular utilizado para o envio de SMS e a integração do módulo de leitura do estado pós ignição do veículo, foi confeccionada uma PCB (*printed circuit board*) ou placa de circuito impresso. Primeiramente foi realizada a impressão do desenho do circuito projetado em uma folha de papel *couchê* de superfície brilhante, em seguida foi realizada a transferência térmica do *tonner* da impressão para a placa de fenolite, através de um ferro elétrico. Logo após, iniciou-se o processo de banho da placa de fenolite em uma solução de cloreto de ferro $FeCl_3$, com o objetivo de corroer a superfície de cobre não utilizada no circuito (VETROMILA et al., 2012). Já com a placa parcialmente terminada, foi aplicada uma camada de verniz sintético para evitar

oxidação das trilhas de cobre e por fim, foi realizada a furação da PCB através de uma furadeira de bancada.

Figura 15: Módulo de integração com o Arduino finalizado



Com o objetivo de reduzir a tensão para um valor aceitável para a alimentação do módulo Arduino Uno e também para a checagem do estado pós ignição do veículo, foi utilizado reguladores de tensão na placa de circuito impresso, que segundo Júnior (2003), é um CI (Circuito Integrado) de três terminais, proporcionando uma tensão de saída fixa e estável, que para proporcionar correntes máximas, devem ser necessariamente montados em dissipadores de calor.

Com a finalidade de evitar a flutuação de tensão nas leituras do resistor sensível a força e da leitura do estado pós ignição do veículo, foram utilizados resistores de *pull-up*, que segundo Tokheim (2013), trata-se de resistores ligados ao polo positivo da fonte de energia, proporcionando assim um valor de tensão alto neste ponto onde o circuito encontra-se inativo.

3.3.3 Comandos AT

Com o celular Motorola W220 usado neste protótipo, devidamente interligado com os pinos TX e RX do módulo Arduino Uno através de um cabo P1, foi possível realizar via serial

a comunicação com o modem GSM do celular através de comandos AT. Estes comandos permitem manipular funções diversas do modem, que vão desde um simples comando para ligar o modem, até comandos mais complexos (Tabela 1) para gerenciar o envio de mensagens do tipo SMS (PANDYA; VYAS, 2011).

TABELA 1 – Exemplos de comandos AT para o gerenciamento de mensagens SMS

Comando AT	Descrição
+CMGS	Enviar mensagem
+CMSS	Enviar mensagem para a área de armazenamento
+CMGW	Escrever mensagem na memória
+CMGD	Apagar mensagem
+CMGC	Enviar comando
+CMMS	Mais mensagens para enviar

3.3.4 Controle de versão

O desenvolvimento dos *sketches* foi realizado com a ajuda do *software* Subversion, que é uma ferramenta *open source* que permite realizar o gerenciamento de arquivos diversos, incluindo código fonte e documentações, permitindo a recuperação e controle de versões destes arquivos. Ainda é possível, através do SVN (Subversion), como é popularmente conhecido, que diversos colaboradores trabalhem nos mesmos arquivos proporcionando maior facilidade e segurança, em casos de modificações indevidas (PILATO; COLLINS-SUSSMAN; FITZPATRICK, 2008).

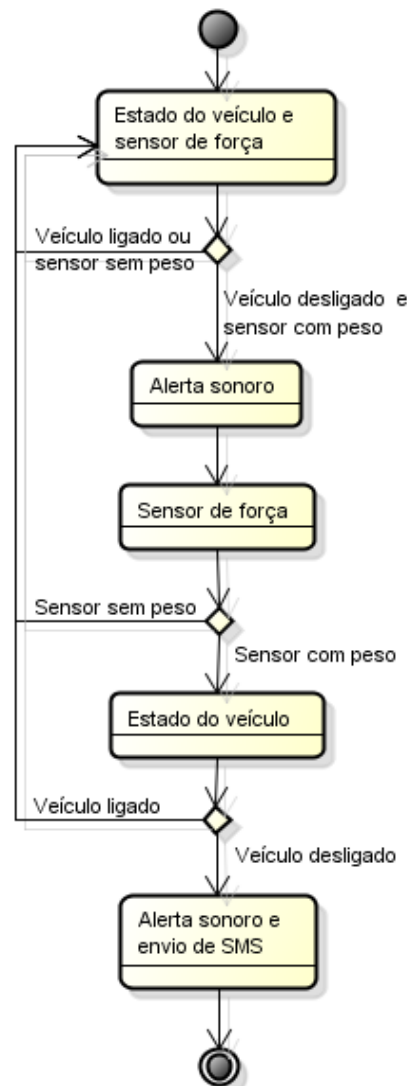
4 RESULTADOS

A pesquisa e desenvolvimento obteve como resultado um protótipo que visa auxiliar na problemática trágica de pais ou responsáveis esquecerem seus bebês e crianças pequenas presas em veículos. A Figura 16 ilustra através de um diagrama de estados o comportamento das principais funções deste protótipo.

Sendo assim, inicialmente é realizado uma verificação, para descobrir se o veículo encontra-se ligado ou desligado. Este teste é possível monitorando o estado pós ignição do

veículo, onde caso esteja ligado, nada acontece, porém se estiver desligado e com algum peso significativo no assento da cadeirinha de bebê, imediatamente é emitido um aviso sonoro com a intenção de alertar o condutor do veículo e pessoas próximas. Após decorrido o tempo de 5 minutos é realizada novas checagens em busca de peso no assento, caso não exista peso, nenhuma ação é tomada, porém, se existir, é realizado um novo teste para verificar se o veículo ainda encontra-se desligado, caso negativo, nenhuma ação é tomada, mas se estiver desligado, é emitido um novo alerta sonoro e inicia-se o processo de envio de SMS para os celulares previamente cadastrados com uma mensagem de alerta que há um possível esquecimento do bebê no veículo.

Figura 16: Diagrama de estados



Foram realizados diversos experimentos para testar e assim otimizar as funções deste protótipo, entre eles testes com diversos pesos no assento da cadeirinha do bebê, testes com diferentes combinações de sons do *buzzer*, para que este seja o mais singular possível, assim não sendo confundido com nenhum outro alarme sonoro do veículo. Sendo assim, com o objetivo de otimizar a comunicação entre o Arduino e o modem do celular Motorola W220, também foi executado diversos testes com intervalos de tempo diferentes entre os comandos para o envio de SMS. Ainda foi executado testes com oscilações na tensão de entrada para garantir a qualidade de funcionamento do protótipo.

Portanto a versão final deste protótipo está ilustrada nas figuras abaixo, sendo que na Figura 17 exhibe o protótipo instalado na cadeirinha de bebê e na Figura 18 demonstra a ligação do módulo Arduino Uno com o celular Motorola W220 juntamente com o módulo de integração. Por conseguinte, a Figura 19 apresenta o recebimento da mensagem SMS no telefone celular do usuário.

Figura 17: Protótipo instalado na cadeirinha de bebê



Figura 18: Ligação entre módulos e o celular

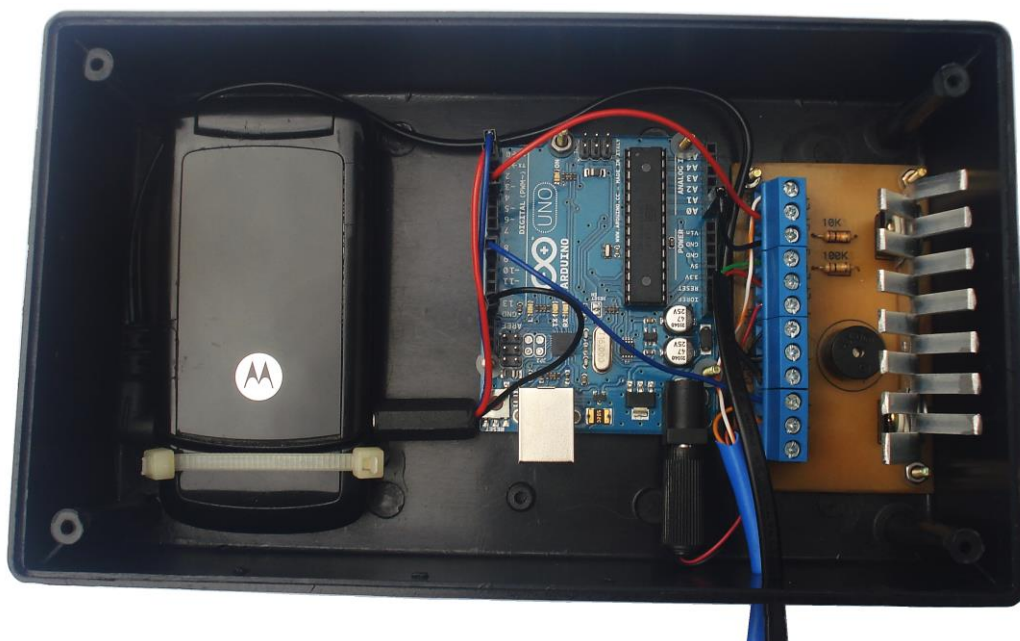


Figura 19: Mensagem SMS recebida pelo usuário



5 CONCLUSÃO

O trabalho de pesquisa e desenvolvimento constituiu na criação de um protótipo que visa auxiliar os pais no cuidado de seus filhos, alertando-os caso os mesmos sejam esquecidos dentro de veículos, assim evitando possíveis problemas causados por hipertermia veicular, inclusive óbitos. A instalação do protótipo foi projetada para ser simples e prática, já que não necessita de diversas ligações com o sistema elétrico do veículo, também não há necessidade de compra de uma cadeirinha especial. Ainda, todas as normas de segurança certificadas pelo INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia) permanecem intactas, visto que apenas um sensor de força é colocado sob o assento da cadeirinha. Também não há pré-requisitos em relação ao modelo de telefone ou *smartphone* do qual os pais possuem, tampouco a necessidade de algum aplicativo específico para esta tarefa, visto que qualquer aparelho de celular com tecnologia GSM é capaz de receber as mensagens de alerta.

Este protótipo pode ser aperfeiçoado em trabalhos futuros, através de novas implementações para que seja possível o envio de outras informações relevantes nos alertas de SMS, tais como novos sensores, para que seja possível determinar a temperatura interna do veículo. Também pode-se adicionar a este protótipo um módulo *shield* GSM, onde será possível monitorar as coordenadas exatas de onde encontra-se o veículo e conseqüentemente a criança. No entanto utilizando apenas as funcionalidades básicas de alertas, ficou visível que este protótipo poderá auxiliar os pais a não esquecerem seus filhos presos em veículos, caso haja um momento de distração.

Houve dificuldade na obtenção de artigos científicos relacionados a hipertermia veicular no Brasil para compor o referencial teórico deste trabalho, devido à esta ausência de pesquisas, utilizou-se então dados relacionados a América do Norte. Estas dificuldades demonstram a relevância deste artigo de pesquisa e desenvolvimento, visto que, o presente artigo é um dos poucos que contribuem para esta problemática no cenário nacional, já que a preocupação em decorrência deste fato já é realidade em países de primeiro mundo.

REFERÊNCIAS

ARDUINO. **Arduino Uno**. Disponível em: <<http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno>>. Acesso em: 08 Nov. 2013.

ARDUINOBYMYSELF. **Arduino**: Sistema de Segurança, Controle de Acesso. Disponível em: <<http://arduinobymyself.blogspot.com.br/2012/03/arduino-sistema-de-seguranca-controle.html>>. Acesso em: 08 Nov. 2013.

BERTAIZOLI, Onelio; FAVALLI, Lorenzo. **GSM-GPRS: Tecniche - Architetture - Procedure/Evoluzione verso UMTS**. 2. ed. Milão: Hoepli, 2002.

BRAUKUS, Michael; RINK, Chris; FENNELL, Janette E. NASA Develops Child Car Seat Safety Device. **NASA**, Washington, 2 fev. 2002. Disponível em: <<http://www.nasa.gov/centers/langley/news/releases/2002/02-008.html>>. Acesso em: 05 Nov. 2013.

DAVIS, Alan M. Operational prototyping: A new development approach. **Journal IEEE Software**, Colorado, v. 9, n. 5, p. 70-78, 1992.

DING, Diankuan; LI, Lixin. The application study of MCU in visual classroom interactive teaching based on virtual experiment platform. In: SHEN, Gang; HUANG, Xiong (Org.) *Advanced Research on Electronic Commerce, Web Application, and Communication*. 2011, Guangzhou. **Anais**. Guangzhou: Springer, 2011. p. 199-204.

FSR. **Force sensing resistor integration guide and evaluation parts catalog**. Manual de orientações. Camarillo: Interlink Electronics, [2010]. 25 p.

GEA. INSTITUTO ÉTICA E MEIO AMBIENTE. **O que é o lixo eletrônico?** Disponível em: <<http://www.institutogea.org.br/elixo.html>>. Acesso em: 10 Nov. 2013.

GUARD, Anara; GALLAGHER, Susan S. Heat related deaths to young children in parked cars: an analysis of 171 fatalities in the United States, 1995–2002. **Injury Prevention**. Newton. v. 11, n. 1, p. 33-37, 2005.

HAFEN, Brent Q.; KARREN, Keith J.; FRANDSEN, Kathryn J. **Primeiros socorros para estudantes**. 7. ed. São Paulo: Manole, 1999.

JÚNIOR, Antonio Pertence. **Eletrônica Analógica: Amplificadores Operacionais e Filtros Ativos**. São Paulo: Bookman, 2003.

KIDS AND CARS, **Child Vehicular Heat Stroke Summary**, Kansas, 15 ago. 2012. Disponível em: <<http://www.kidsandcars.org/userfiles/dangers/heat-stroke-fact-sheet.pdf>>. Acesso em: 17 nov. 2013.

LEMBRA BEBÊ, **LiftheC**. Disponível em: <<http://www.lembrabebe.com/produto.php>>. Acesso em: 20 ago. 2013.

MARGOLIS, Michael. **Arduino Cookbook**. 2. ed. Sebastopol: O'Reilly, 2011.

MCLAREN, Catherine; NULL, Jan; QUINN, James. Heat stress from enclosed vehicles: moderate ambient temperatures cause significant temperature rise in enclosed vehicles. **Pediatrics**. Elke Grove, v. 116, n. 1, p. 109-112, 2005.

MCROBERTS, Michael. **Arduino Básico**. São Paulo: Novatec, 2011.

MOTORHOMES, **Lei da cadeirinha para bebê no automóvel**. Disponível em: <<http://motorhomes.net.br/01set10-lei-da-cadeirainha-para-bebe-no-automovel/>>. Acesso em: 15 Nov. 2013.

MOTOROLA, **Cell Phone**. Disponível em: <<http://www.motorola.com/rtte/pcs/MEdocs/w200-5411B.htm>>. Acesso em: 16 Nov. 2013.

NEMETH, Evi; SNYDER, Garth; HEIN, Trent R. **Manual Completo do Linux**. 2. ed. São Paulo: Pearson, 2007.

PANDYA, Haresh; VYAS, Divyang D. Design of gsm basead auto-responder for education institute. In: UNNIKRISHNAN, Srija; SURVE, Sunil; BHOIR, Deepak (Orgs.). Advances in Computing, Communication and Control: International Conference, ICAC3. 2011, Mumbai. **Anais**. Mumbai: Springer, p. 28-29, 2011.

PEREZ, Luís. Acessórios Fora da Concessionária. **Quatro Rodas**, São Paulo, out. 2010. Disponível em: <<http://quatorrodas.abril.com.br/autoservico/reportagens/risco-acessorio-603821.shtml>>. Acesso em: 15 nov. 2013.

PILATO, C. Michael; COLLINS-SUSSMAN, Ben; FITZPATRICK, Brian W. **Version control with subversion**. Sebastopol: O'Reilly, 2008.

ROBOCORE, **Resistor Sensível a Força**. Disponível em: <http://www.robocore.net/modules.php?name=GR_LojaVirtual&prod=178>. Acesso em: 08 Nov. 2013.

TALUKDER, Asoke K; AHMED, Hasan; YAVAGAL, Roopa R. **Mobile Computing: Technology, Applications and Service Creation**. 2. ed. New Delhi: Tata McGraw Hill Education, 2010.

THEFIRSTYEARS, **True fit**. Disponível em: <<http://thefirstyears.com/ialert>>. Acesso em: 26 ago. 2013.

TOKHEIM, Roger. **Fundamentos de Eletrônica Digital: Sistemas Combinacionais**. São Paulo: McGraw Hill, 2013.

TOOLEY, Mike. **Circuitos Eletrônicos: Fundamentos e Aplicações**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

TRIGUEIRO, André. **Mundo Sustentável 2: Novos rumos para um planeta em crise**. São Paulo: Globo Livros, 2012.

VETROMILA, Márcio de Moraes et al. Ações multidisciplinares com arte e Engenharia digital. **Anais**. XXI Congresso de Iniciação Científica (CIC) e IV Mostra Científica (MC)– UFPel. Pelotas: UFPel, 2012. v. 8.

WEINGARTEN, Gene. Fatal Distraction: Forgetting a Child in the Backseat of a Car Is a Horrifying Mistake. Is It a Crime? **The Washington Post**, Washington, 8 mar. 2009. Disponível em: <<http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2009/02/27/AR2009022701549.html?sid=ST2009030602446>>. Acesso em: 3 dez. 2013.

WOLD, Gloria Hoffman, **Enfermagem Gerontológica**. 5. ed. São Paulo: Elsevier, 2013.