

# Uma Proposta *Open Source* de Baixo Custo para Proteção e Geolocalização de Bebês em Veículos Automotores (*SafeBaby*)

Maria Barbosa  
mksb@poli.br  
Universidade de Pernambuco  
Recife, Pernambuco, BRA

Anderson Queiroz  
aalq@cin.ufpe.br  
Universidade Federal de Pernambuco  
Recife, Pernambuco, BRA

Wanderson Lira  
wbl@discente.ifpe.edu.br  
Instituto Federal de Pernambuco  
Paulista, Pernambuco, BRA

Kelvin Dias  
kld@cin.ufpe.br  
Universidade Federal de Pernambuco  
Recife, Pernambuco, BRA

Eduardo Oliveira  
ehammo@cin.ufpe.br  
Universidade Federal de Pernambuco  
Recife, Pernambuco, BRA

## ABSTRACT

Numerous health issues and even deaths are becoming common in cases of forgotten babies or children inside vehicles. In this context, we present a proposal based on a low-cost, open-source platform, which aims to protect these children by controlling the car's main security functions, as well as its geolocation, to assist the decision-making process of those responsible for the children. *SafeBaby* is an integrated and modularized solution categorized in two groups, the first being hardware: circuit boards, sensors for different applications, a group of different cabling and communication devices, and the other software: a logic code that has the function to capture, monitor, interpret and decide on the various aspects that involve the safety of a infant inside a vehicle. The system was designed to accomplish decision-making in the face of an event by lowering the electric windows, activating the warning lights, horns, unlocking the doors, and sending the notifications for those responsible for the child, as well as the geolocation to safeguard life.

## KEYWORDS

Crianças, Bebês, Geolocalização, Segurança, Veículo.

## 1 INTRODUÇÃO

Os veículos automotores, quando estacionados ou parados por alguma causa de acidente, podem representar ambientes que ameçam a vida de bebês ou crianças com pouco desenvolvimento e capacidade para reação diante de determinados perigos. Anualmente, pode-se deparar com diversos relatos na imprensa sobre casos de bebês ou crianças menores que falecem quando são esquecidas, por qualquer razão, no interior de veículos automotores fechados por um determinado período de tempo [1]. Isto pode ocorrer devido ao estresse do dia a dia, falta de sono, cansaço e outros motivos relacionados à vida moderna.

Em um dia quente de pleno sol, segundo [1], os veículos podem atingir altas temperaturas em resposta a um efeito estufa, fazendo com que as crianças estejam especialmente mais vulneráveis ao calor por causa de uma combinação de termorregulação não tão eficiente quando comparado a um adulto. Assim, pode-se observar no decorrer deste estudo que poucos minutos de distração podem ser fatais para uma criança exposta a este cenário.

Ou seja, a característica diferencial em relação aos adultos, é a sua menor produção de suor, o resultado, é a diminuição da capacidade de perda de calor da criança pelo mecanismo da evaporação, predispondo a um maior risco de lesões térmicas. As crianças têm a capacidade fisiológica diferente, com valores distintos de composição corporal, água e densidade óssea, obviamente, causando uma maior razão da área de superfície e massa corporal, o que leva a um aumento mais rápido da temperatura do corpo quando existe algum tipo de estresse térmico [2].

Um fator de suma importância, identificado neste estudo, e que agrava a preocupação é a incapacidade dos bebês de saírem dos veículos quando são fixados a uma cadeirinha por um cinto de segurança, pois, em um incidente de esquecimento por exemplo, esta situação impede sua locomoção e o próprio salvamento. Tal inquietude contribui para elevação rápida da temperatura interna do ambiente. Um levantamento realizado por uma ONG canadense *Kids And Cars*<sup>1</sup>, realizou um estudo que aferiu a temperatura externa do veículo a aproximadamente 22 °C, enquanto a temperatura interna encontrava-se a aproximadamente 52 °C.

Quando a variação na temperatura não é a causa da morte, o aumento na quantidade de CO<sub>2</sub> pela não renovação de ar causa o desmaio e pode levar ao falecimento por asfixia, isto, devido a não circulação do ar, somado à respiração e movimentação da criança, fator este que contribui para elevação da temperatura [3]. Infelizmente, mortes de bebês por insolação em veículos não são incomuns, nos Estados Unidos, país que possui registro oficial desta modalidade de incidente, registrou um total de 661 mortes entre 1998 e 2015, com uma média de cerca de 37 falecimentos por ano. A engenheira ambiental e pesquisadora Driely Costa, interessou-se por saber mais das estatísticas brasileiras acerca do assunto. Sendo assim, o seu material de estudo foi realizado com os dados obtidos entre 2006 e 2015, encontraram 21 incidentes relacionados no Brasil [1]. Sendo assim, esta pesquisa busca apresentar uma proposta tecnológica com intuito de evitar ou minimizar os incidentes baseando-se num conjunto de medidas de ação efetiva no veículo e na comunicação.

## 2 TRABALHOS RELACIONADOS

Algumas inovações tecnológicas foram incorporadas ou apresentadas ao mercado visando minimizar este tipo de acidente. Dentre

<sup>1</sup><https://www.kidsandcars.org>

elas, a Tabela 1 apresenta algumas soluções semelhantes à desta proposta, bem como, suas aplicações e funcionalidades. As informações foram obtidas no site Circulaseguro<sup>2</sup>.

Os dispositivos e soluções apresentados possuem diferentes formas de funcionamento. Alguns deles baseiam-se em sistemas de alertas visuais de identificação (*Blue Link*, *Sunshine*), existem as soluções que ativam um alarme sonoro (*Opel Gabriel*, *Sensor Safe*, *Kars4Kids*) e outras que enviam mensagens de comunicação para dispositivos celulares (*Child Reminder*). Um fator importante do funcionamento é a forma de ativação das soluções apresentadas, em alguns dispositivos os alarmes são emitidos após o responsável se afastar da criança, já em outras soluções o sistema detecta a presença dos ocupantes pelo assento do veículo, e por fim, existem soluções que repassam a função de ativação e desativação manual para o responsável do menor. Vale salientar que em todas as soluções apresentadas na Tabela 1, com exceção da proposta deste estudo, a *SafeBaby*, as demais soluções apresentadas não possuem funcionalidades que realizem alguma integração ativa com o veículo<sup>3</sup>, ou seja, com capacidade de medidas de ação sobre o evento para de fato interromper seus efeitos, protegendo, assim a vida do menor incapaz.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO

#### 3.1 Temperatura

Quando o corpo humano fica exposto ao calor intenso, levando a temperatura central corporal a ultrapassar 40 °C, ele poderá sofrer uma insolação ocasionando uma falha no mecanismo de transpiração corporal e consequentemente no processo de resfriamento do corpo [4].

Quando se está dentro de um automóvel em movimento, seja com o ar-condicionado ligado ou as janelas abertas, o ambiente interno do veículo consegue realizar trocas de calor com o meio externo, devido à circulação de ar, deixando a temperatura em condições aceitáveis, mesmo em um dia cujo o clima está com temperaturas elevadas. Contudo, numa situação oposta, ou seja, o automóvel está estacionado com as janelas fechadas, exposto ao sol, por exemplo, a temperatura interna do veículo irá se elevar ao longo do tempo, conforme ilustra a Figura 1. Como mostra o gráfico, dentro de 15 minutos a temperatura corporal é elevada para 40.8 °C e quanto maior o tempo de exposição ao calor, maiores as chances se ter insolação [4] ou hipertermia e a elevação desta temperatura para valores acima de 41.6 °C pode vir a ser fatal [5].

Para determinar o tempo de acionamento do sistema serão apresentadas algumas equações derivadas dos dados apresentados na Figura 1, na seção 4.1. Então, para que o sistema determine esse tempo é necessário que haja a medição de temperatura em tempo real, tais medições serão realizadas pelo Sensor de Temperatura LM35. Esse sensor possui uma saída de tensão analógica, a qual é diretamente proporcional à temperatura medida no instante da medição, possuindo uma inclinação de 10mV/°C, ou seja, cada 1 °C de temperatura representa 10mV na tensão de saída. O sensor possui uma precisão de 0,5 °C numa temperatura ambiente de 25 °C. A faixa de medição do sensor é de -55 °C a 150 °C [7]. A entrada analógica do microcontrolador pode ler sinais variando de 0 a 5V,

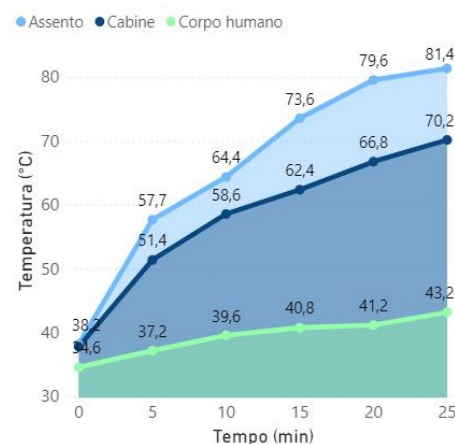


Figura 1: Dia ensolarado e veículo com as janelas fechadas (Adaptado de Vinoth, 2014 [6]).

sendo o valor lido (VI) representado de 0 a 1024, respectivamente, então, é necessário que haja uma conversão deste valor para tensão e a partir deste valor determinar a temperatura medida, utilizando a equação 1.

$$Temperatura = VI \frac{5}{1024} \quad (1)$$

#### 3.2 Geolocalização

A Geolocalização consiste em determinar as coordenadas geográficas, ou seja, é a capacidade de definir a latitude e a longitude de onde está localizado um determinado dispositivo, utilizando *wireless fidelity* (*wi-fi*), radiofrequência, *GPS* e *AGPS*.

A Placa *Shield SIM 808* possui algumas funcionalidades integradas de um telefone móvel, como *General Packet Radio Services* (*GPRS*), *Global System for Mobile* (*GSM*) e *global positioning system* (*GPS*). Tais funcionalidades permitem realizar a geolocalização, enviar e receber SMS, realizar e aceitar ligações e acessar à internet. Para inicializar essas funcionalidades da *Shield* é necessário utilizar Comandos AT [8], Tabela 2.

A *Shield* inicializa o *GPS*, o qual irá se comunicar com o satélite mais próximo determinando as coordenadas geográficas, essas coordenadas serão inseridas no URL do *Google Maps*<sup>4</sup> e irão ser enviadas via SMS, Figura 2.

### 4 METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido como parte de um projeto de extensão. Trata-se de um sistema que visa minimizar as chances de fatalidades em automóveis, ocasionados por hipertermia, asfixia e problemas relacionados aos tópicos citados.

Esta pesquisa foi dividida em seis etapas. A primeira etapa foi o levantamento dos problemas aos quais as crianças poderiam vir a ficar expostas caso fossem esquecidas do veículo, como: elevação da temperatura corporal, podendo causar hipertermia, desidratação ou até mesmo asfixia. Na segunda etapa buscou-se possíveis soluções para esses problemas, como abaixar os vidros elétricos,

<sup>2</sup><https://www.circulaseguro.pt>

<sup>3</sup>Baixar vidros, destravar portas, ligar pisca alerta e buzina do veículo.

<sup>4</sup>([http://maps.google.com/maps?q=\(Latitude\),\(Longitude\)](http://maps.google.com/maps?q=(Latitude),(Longitude))).

Tabela 1: Soluções Tecnológicas Relacionadas.

Solução de Proteção	Tecnologias Utilizadas	Funcionalidades
<i>Opel Gabriel</i>	Sensores (temperatura / pressão/ força).	Alarme no Veículo.
<i>Blue Link da Hyundai</i>	Sistema no painel	Alerta Visual no Veículo
<i>Sensor Safe EvenFlo</i>	Sensores (temperatura / pressão/ força).	Alertas Visual e Alarme no Veículo.
<i>Sunshine Baby iRemind</i>	Sensores (temperatura / pressão/ força).	Alerta Visual no Veículo.
<i>Child Reminder na Waze</i>	Aplicação do Waze, para crianças.	Alerta Visual, Alarme e GPS no Celular.
<i>Kars4Kids</i>	Aplicativo por bluetooth	Alerta Visual e Alarme no Celular
<b>SafeBaby</b>	<b>Sensores (temperatura / presença / pressão e integração veicular).</b>	<b>Baixa Vidros, Destruar portas, Alertas e Buzina do Veiculo, Envio de SMS e Geolocalização.</b>

Tabela 2: Comandos AT. [8]

Comando AT	Funcionalidade
AT+CMGF	Inicializa o GSM e envia o SMS para o número determinado.
AT + CGSN PWR = 1	Inicializa o GPS.
AT + CGNSTST = 1	Recebe as informações do GPS pela porta serial.

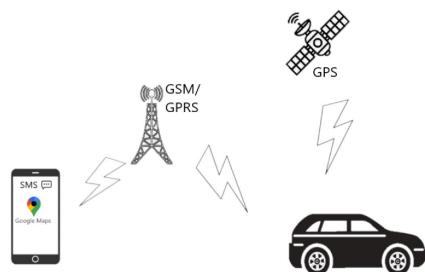


Figura 2: Processo da Geolocalização.

acionar o pisca alerta e enviar para os números previamente cadastrados mensagens de aviso que a criança haveria sido esquecida no veículo, a temperatura ambiente a qual ela se encontra e sua respectiva localização. Assim, pôde-se iniciar a terceira etapa, a busca por materiais que viriam atender a necessidade do sistema, determinando suas respectivas funções, Tabela 3.

Na quarta etapa foi realizada a elaboração do diagrama de atividades, Figura 3, o qual mostra toda a lógica utilizada pelo sistema. A quinta etapa foi a prototipação do circuito e por fim, mas não menos importante, a realização dos testes, caracterizando a sexta etapa.

#### 4.1 Algoritmo

O sistema é inicializado parcialmente quando o responsável coloca a criança na cadeirinha de segurança, passando a aguardar o sinal do pós-chave, o qual seria o segundo inicializador, quando o mesmo for para o estado alto o sistema estará totalmente inicializado, logo ele passará a ficar verificando intermitentemente o estado desse

sinal. Quando o veículo for desligado, ou seja, o pós-chave irá para o estado baixo, então será cronometrado trinta segundos para verificar se a criança permanece no veículo, caso ela tenha sido retirada, o sistema será encerrado, caso permaneça, será realizada a medição da temperatura ambiente do carro.

A partir dos valores retirados do gráfico apresentado na Figura 1, foram elaboradas as equações 2 e 3. A Eq. 2 apresenta uma estimativa da temperatura corporal da criança ( $T_c$ ) em função da temperatura interna do veículo ( $T_i$ ) e a Eq. 3 representa o tempo total ( $T_t$ ) em função da temperatura corporal da criança ( $T_c$ ). Sabendo que valores de temperatura corporal acima de  $41.6^\circ\text{C}$  podem vir a ser fatal, então essa temperatura foi determinada como limite. Utilizando a equação 3, foi mensurado o tempo limite ( $T_l$ ) e o tempo real ( $T_r$ ), derivado da medição de temperatura instantânea captada pelo sensor. Sendo assim foi calculado o tempo o qual a criança pode permanecer no veículo sem que haja algum tipo de dano ( $T$ ), utilizando a Eq. 4.

$$T_c = 0,0138T_i^3 - 1,7831T_i^2 + 79,441T_i - 1149,2 \quad (2)$$

$$T_t = 0,1862T_c^2 - 11,488T_c + 174,44 \quad (3)$$

$$T = T_l - T_r \quad (4)$$

É iniciada a contagem de  $T$ , então, há uma nova verificação da presença da criança no veículo, caso ela não esteja o sistema será encerrado, caso contrário, o sistema irá continuar a contagem e em paralelo ficará verificando o estado da cadeirinha. Quando o tempo for encerrado, o GPS é iniciado, uma nova medição de temperatura é feita, então é enviada a primeira mensagem ( $M_1$ ), notificando ao número de telefone previamente cadastrado que a criança permanece no veículo, a geolocalização e a temperatura ambiente a qual ela se encontra.

Assim, o sistema entra no *loop*, verificando o estado da cadeirinha e enviando outra mensagem ( $M_2$ ) com o mesmo conteúdo de  $M_1$  para o número de telefone a cada trinta segundos, tempo  $T_1$ , até que a criança seja retirada da cadeirinha. Quando finalmente a criança for retirada da cadeirinha, uma última mensagem será enviada ( $M_3$ ) notificando que a criança foi retirada do veículo, encerrando o sistema.

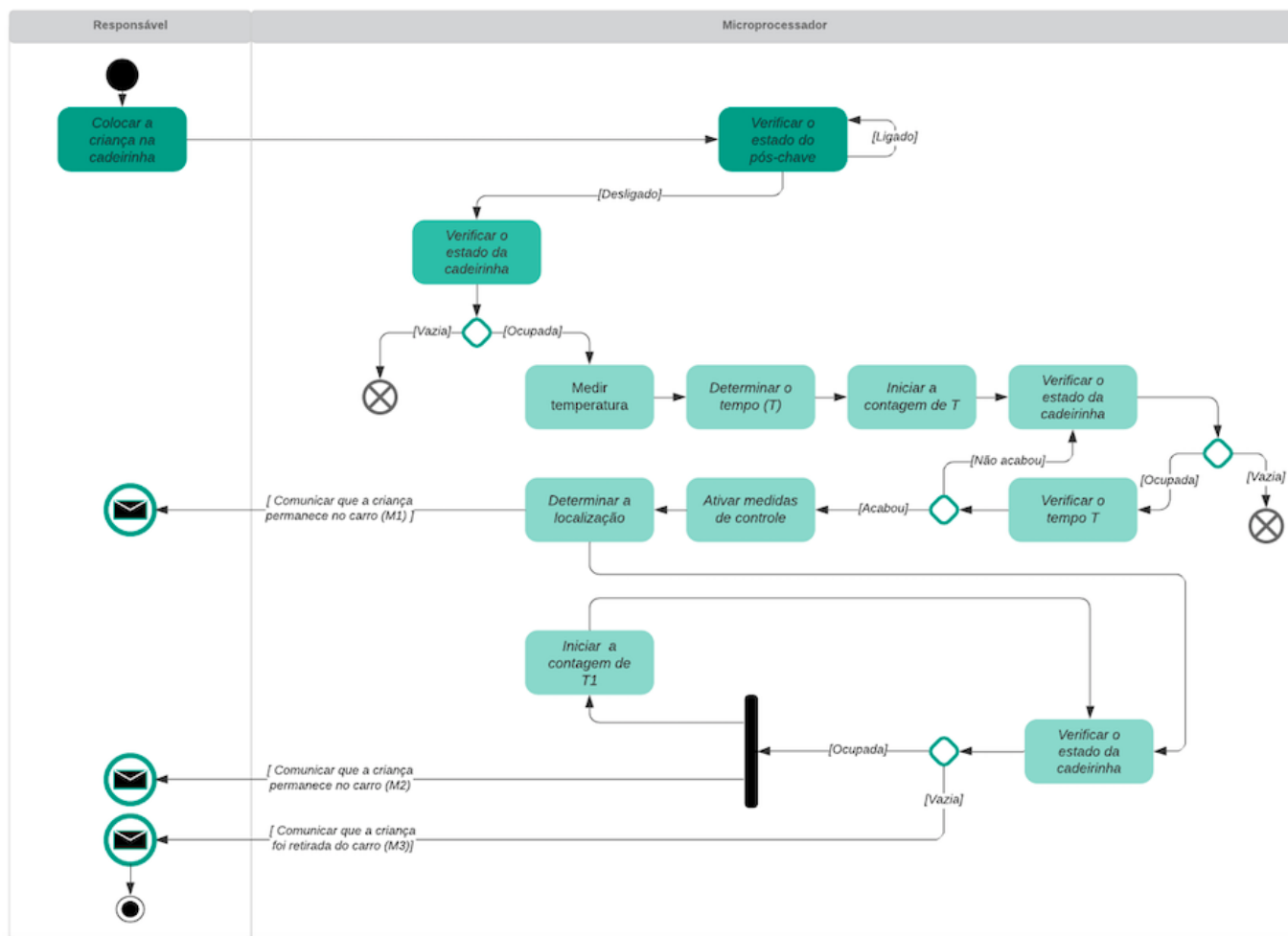


Figura 3: Diagrama de atividades.

## 4.2 Prototipação do circuito

Para atingir os objetivos desta pesquisa, utilizando as informações adquiridas nas etapas anteriores, foi desenhado um esquema elétrico do circuito<sup>5</sup>, conforme Figura 4.

Sendo assim, foi possível realizar o levantamento dos materiais que viriam a ser utilizados na montagem do protótipo e a partir disso, foi realizado a montagem do mesmo, Figura 5. Cada dispositivo utilizado na montagem possuía uma função específica, tais funcionalidades estão descritas na Tabela 3.

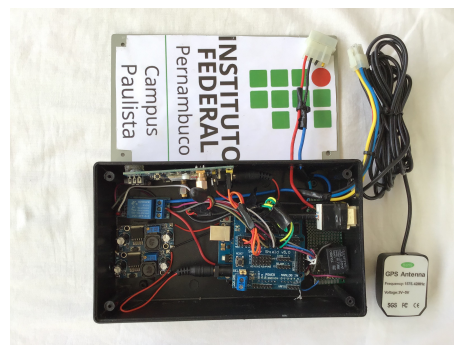


Figura 5: Protótipo do sistema.

<sup>5</sup>O esquema foi desenvolvido através do *Software Eagle* da *Autodesk*





responsável avisando que a criança está em segurança, conforme mostrado na figura 9. Outra situação foi o pai retirando a criança antes da contagem ser finalizada, o sistema não entrou em ação, sendo encerrado, seguindo o que foi descrito na Figura 3. Sendo assim, os testes apresentaram resultados satisfatórios, conseguindo atingir a todos os objetivos.



Figura 6: Automóvel utilizado para a realização das simulações.



Figura 7: Protótipo do sistema colocado no porta-luvas.



Figura 8: Cadeira de segurança utilizada na simulação.

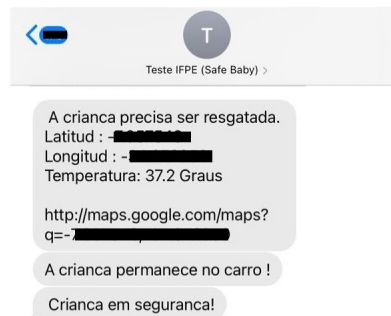


Figura 9: Mensagens enviadas durante a simulação.

## 6 CONCLUSÃO

Os sistemas de trânsito apresentam inúmeros desafios para toda sociedade mundial, dentre eles, podem ser enfatizadas as questões de segurança que consigam minimizar a perda de vidas. Portanto, se faz necessária a busca de soluções e tecnologias integradas de maneira inteligente agindo nos diversos componentes e sistemas veiculares atuais. Esta proposta buscou criar uma solução integrada por *hardwares* e *software Safebaby*, que pudesse identificar o incidente e procedesse com as ações, no momento correto, coordenando os diversos aspectos e contextos que envolvem tais riscos. Categorizou-se os diferentes cenários de riscos desta classe, levando em consideração em cada um deles bem como as possíveis tecnologias de comunicação, assistência, segurança, aliando a isto, uma tomada de decisão com base nos vários estudos e parâmetros analisados nesta pesquisa. A solução se mostrou eficaz, nos testes reais aplicados a um veículo automotor de mercado, o módulo integrado e o sistema agiram satisfatoriamente conforme toda a metodologia definida, descrita e apresentada nesta proposta. Toda documentação, esquemas, fotos, código fonte e vídeo de demonstração da solução *SafeBaby* em funcionamento - (Projeto Demonstração.MOV), estão disponíveis para consulta no link do repositório indicado <sup>6</sup>.

Para continuidade deste trabalho deseja-se utilizar tecnologias diferentes, tais como *bluetooth*, *4G/5G* e *On-Board Diagnostic*(OBD) visando aperfeiçoar as comunicações e a obtenção de dados e possibilitar a realização de testes em diferentes veículos e utilizar diferentes tipos de sensores a fim de melhorar a precisão do sistema.

## REFERÊNCIAS

- [1] Driely Costa and Andrew Grundstein. An analysis of children left unattended in parked motor vehicles in brazil. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13:649, July 2016. doi: 10.3390/ijerph13070649. .
- [2] Luis Henrique L. S. Gomes and Miguel João C. B. Marins Miguel A. Carneiro-Júnior. Respostas termorregulatórias de crianças no exercício em ambiente de calor. *Revista Paulista de Pediatria*, 31:104 - 110, 03 2013. ISSN 0103-0582. URL [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-05822013000100017&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-05822013000100017&nrm=iso). .
- [3] Renato B. dos Santos Dernivaldo de O. Lima, Geovanni R.Francisco. *Cadeira infantil veicular inteligente*. Centro Paula Souza Faculdade de Tecnologia - FATEC Santo Andre, 2015.
- [4] Agência Saúde. Insolação: causas, sintomas, diagnóstico, tratamento e prevenção, Novembro 2018. URL <http://antigo.saude.gov.br/saude-de-a-z/insolacao>. .
- [5] Jan Null. Pediatric vehicular heatstroke fact sheet, 2018. URL <http://noheatstroke.org/>. .

<sup>6</sup><http://bit.ly/2OkRXkL> - Link Documentação Projeto

- 
- [6] M. Vinoth and D. Prema. Automated car safety seat cooling system using thermoelectric cooler. In *2014 International Conference on Computation of Power, Energy, Information and Communication (ICCPEIC)*, pages 488–493, 2014. doi: 10.1109/ICCPEIC.2014.6915413. .
- [7] Tiger Eletronic CO. Lm35: Precision centigrade temperature sensors. <https://www.alldatasheetpt.com/datasheet-pdf/pdf/1188698/TGS/LM35AH.html>, 2011.
- [8] SIMcom. Sim808\_hardware design\_v1.00. [https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/SIM808\\_Hardware+Design\\_V1.00.pdf](https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/SIM808_Hardware+Design_V1.00.pdf), 2014.