

BASE DE DADOS INTRA VEICULARES: AQUISIÇÃO E ANÁLISE

[INTRA VEHICLE DATABASE: ACQUISITION AND ANALYSIS]

[José Antonio Moreira Rezende

Entrega dos originais à redação em: 06/01/2023

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – campus Formiga

Ana Flávia Peixoto de Camargos

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – campus Maracanã

[Bruna Cássia Ferreira Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – campus Formiga]

[Rodrigo Menezes Sobral Zacaroni

Editoração em: 15/01/2023

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – campus Formiga

Otávio Cosme Matias

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – campus Formiga

[Esta pesquisa foi realizada para coletar, analisar e montar uma base de dados de temperatura, umidade, CO e CO₂ oriundos de sensores e instrumentos instalados dentro de automóvel. As informações dos sensores foram coletadas e enviadas ao software LabVIEW, a fim de armazenar e representar por meio de gráficos esses dados. A placa Arduino realizou a leitura de temperatura e umidade e o instrumento Testo (modelo 315-3) as leituras de CO e CO₂. Todas as variáveis foram gravadas no computador para criar uma base de dados de todas as informações para, posteriormente, serem analisadas utilizando técnicas estatísticas. Vários testes foram realizados, como por exemplo, variando algumas estações do ano, tempos chuvosos e com sol, dentre outros. Desta forma, níveis de CO e CO₂ puderam ser analisados estatisticamente para ilustrar o comportamento destas variáveis de processo em determinadas situações. A base de dados foi criada e disponibilizada para auxiliar trabalhos futuros nesta linha de pesquisa. Os dados foram obtidos de uma pesquisa realizada junto ao Polo de Inovação Embrapii.]

[Palavras-chave: Aquisição e análise de dado. Arduino. LabVIEW. Sensores. Base de dados.]

[This research was carried out with the aim to collect, analyze and create a database of temperature, humidity, CO and CO₂ from sensors and instruments installed inside the car. The sensor information was collected and sent to the LabVIEW software, in order to store and represent in graphics this data. The Arduino board reads the temperature and humidity and the Testo instrument (model 315-3) reads CO and CO₂. All variables were recorded on the computer to create a database of all information for later analysis using statistical techniques. Several tests were carried out, for example, varying some seasons, rainy and sunny times, among others. Thus, CO and CO₂ levels could be analyzed statistically to illustrate the behavior of these process variables in certain situations. The database was created and made available to assist future work in this line of research. The data were obtained from a survey conducted at the Polo de Inovação do Instituto Federal.]

[Keywords: Acquisition and data analysis. Arduino. LabVIEW. Sensors. Database.]

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, vários casos de crianças que morreram deixadas sozinhas dentro dos automóveis têm recebido enfoque nas redes sociais. Estudos apontam que a temperatura dentro de um carro fechado se eleva rapidamente, devido ao aquecimento proporcionado pela radiação solar que passa facilmente no vidro transparente do carro. Como o ar quente entra e não sai, a temperatura sobe muito. Além disso, os objetos dentro do carro, como o próprio banco do carro, volante e a cadeirinha infantil, absorvem o calor e aquecem rapidamente, aquecendo ainda mais o ar, por um mecanismo conhecido como condução e convecção (OLIVEIRA, 2015).

Crianças pequenas dissipam mal o calor, e um aumento na temperatura corporal pode causar a morte em poucas horas. No Brasil não há estatística oficial sobre o número dessas ocorrências, mas casos novos estão sendo relatados cada vez mais na imprensa (LEITE, 2015). Já os americanos, há alguns anos, fazem levantamentos estatísticos dessas vítimas.

Desde 1990, 889 casos de crianças que morreram de hipertermia quando deixadas sozinha dentro de carros estacionados foram contabilizados e disponibilizados pela organização Kids and Cars (2020). Em 2018, 54 crianças foram vítimas do chamado *Heat Stroke*, sendo o ano com maior registro de fatalidades, tal como ilustrado na Figura 1. Segundo Null (2020) e a entidade Kids and Cars (2020), estima-se que em média, 39 crianças morrem por ano por causa de superaquecimento em carros (uma morte a cada nove dias). Esses estudos também demonstraram que oitenta e oito por cento (88%) das crianças que morreram tem 3 anos de idade ou menos, sendo que cinquenta e quatro por cento (54%) dessas mortes envolvem crianças com até um ano de idade. Ainda pode-se constatar nos referidos estudos que o número total de mortes de crianças por insolação em veículos nos EUA, desde 1998 até maio de 2020, foi de 850 (NULL, 2018; KIDS AND CARS, 2020).

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
5	5	5	11	9	25	11	21	39	32	35	39	31	43	39	47	29	36	43	33	49	33	35	44	32	25	39	44	54	53

Figura 1 – Mortes de crianças com hipertermia.

Fonte: <http://www.kidsandcars.org/>

Estima-se que, com a temperatura ambiente entre 22°C e 35,5°C, a temperatura no interior do veículo aumente em 10,5°C a 11°C a cada 10 minutos, mesmo com a janela entreaberta. Ainda complementando este estudo, das análises de 171 acidentes fatais infantis, 50% dos adultos que deixaram a criança no interior do veículo, esqueceram-na ou não perceberam que ela ainda estava no carro. Um número significativo das crianças (32) foi deixado por familiares que pretendiam levá-las à creche, mas as esqueceram no carro no estacionamento do trabalho; 22 crianças foram deixadas no carro por um funcionário da creche ou motorista (NULL, 2020; KIDS AND CARS, 2020).

Assim como as crianças, os animais também não devem ser deixados dentro de automóveis. Da mesma forma, o excesso de calor também é o maior perigo para esses animais. Há vários casos registrados de pessoas que vão, por exemplo, para a praia ou supermercado/*shopping* e deixam o animal no carro (quando voltam, ele está morto). Sem

glândulas sudoríparas, animais como cachorros e gatos são mais sensíveis às temperaturas altas do que os humanos. Eles suam pela língua e, por isso, quando estão com muito calor ficam salivando.

Segundo Oliveira (2015), a hipertermia em veículos é uma causa de morte completamente evitável entre crianças e a prevenção é a melhor maneira. Entretanto, vários estudos têm reportado a investigação de tecnologia que avisa os pais da presença de crianças ou animais dentro do automóvel. Entretanto, este ainda é um assunto com muitos desafios e merece investigação.

Assim, de modo a aprofundar ainda mais nesta área, essa pesquisa tem como objetivo realizar a aquisição, a análise e criação de uma base de dados no monitoramento da temperatura, umidade, dióxido e monóxido de carbono interno de veículos. Uma comunicação entre o microcontrolador Arduino e *software* LabView (LabVIEW, 2020) é realizada, através de programação em blocos, bem como uma análise estatística das variáveis de processo mensuradas dentro do veículo. Além disso, esses dados serão úteis para pesquisadores desenvolverem pesquisas e tecnologias nesta área para proporcionar segurança e conforto às crianças, aos animais e também aos pais. Esta pesquisa foi realizada junto a um Polo de Inovação Embrapii, devido à importância do tema para a sociedade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A mudança de rotina pode levar o adulto a esquecer o bebê dentro do carro por horas, o que pode ter consequências fatais. Uma das prevenções de acidentes causados em veículos está relacionada em informar aos adultos sobre o perigo de deixar suas crianças em veículos estacionados, para protegê-las. Entretanto, crianças com idade inferior a 2 anos são as mais envolvidas neste tipo de acidente.

Segundo *Kids and Cars* (2020), estima-se que o interior de um veículo aquece muito rapidamente. Mesmo com as janelas trincadas, a temperatura dentro de um carro pode atingir 52°C em minutos, sendo que 80% do aumento de temperatura ocorre nos primeiros 10 minutos. Ainda reportou que quebrar as janelas não ajuda a retardar o processo de aquecimento ou diminuir a temperatura máxima e que as crianças morreram de insolação.

Os fatores que contribuem para isso podem ser elencados abaixo:

- o corpo de uma criança superaquece 3-5 vezes mais rápido que o de um adulto;
- uma mudança na rotina diária, falta de sono, estresse, fadiga e distrações são coisas que todos os pais experimentam e são apenas algumas das razões pelas quais as crianças foram deixadas em veículos;
- os assentos voltados para trás têm a mesma aparência, havendo ou não um bebê, e;
- as crianças, especialmente os bebês, costumam adormecer em seus assentos ficando quietos e tornando discretos passageiros.

Estudos do centro de segurança da General Motors nos EUA mostram que, para um dia com temperatura de 27°C, o interior de um carro estacionado ao sol pode atingir 49°C em apenas

trinta minutos, chegando a 60°C, em duas horas. Portanto, uma criança que ficar submetida quinze minutos em um lugar a mais de 50°C pode sofrer danos irreversíveis ou até morrer (EG MAGAZINE, 2011). Segundo *Kids and Cars* (2020), a solução para essas tragédias evitáveis é uma combinação de educação e tecnologia e, alguns exemplos simples podem ser citados:

- criar o hábito de abrir a porta traseira do veículo toda vez que estacionar para garantir que ninguém seja deixado para trás;

- colocar um item importante no banco de trás para que possa pegá-lo ao chegar no destino, como por exemplo: crachá, *laptop*, telefone, bolsa, etc.

- dizer claramente em voz alta e confirmar quem está tirando a criança do veículo, etc.

Entretanto, mesmo com todas essas recomendações, várias pessoas ainda esquecem crianças e animas dentro dos veículos. Por esse motivo que esta pesquisa se justifica ao realizar estudos com as variáveis temperatura, umidade, CO e CO₂ coletados dentro de veículo completamente fechado, durante certo período de tempo.

3 MATERIAIS E METODOLOGIA

Os principais materiais utilizados neste trabalho, assim como a metodologia para desenvolver a pesquisa serão apresentados a seguir.

3.1 Materiais

Os principais materiais utilizados na pesquisa foram:

- Placa Arduino UNO;
- *Software* LabVIEW;
- Computador;
- Instrumento Testo 315-3;
- Aparelho móvel celular SAMSUNG Galaxy S6;
- Sensor DHT11;
- *Protoboard*;
- Sensor LM35;
- Cabos;
- Adaptador USB, e;
- Veículo: sedan médio, branco, 5 lugares, ano 2016.

3.2 Metodologia

Neste trabalho foi utilizado um microcontrolador Arduino para receber os dados de leitura das variáveis de processo: temperatura e umidade (MONK, 2015). As leituras de CO e CO₂ foram realizadas utilizando o instrumento Testo 315-3 (TESTO, 2020). As principais etapas podem ser melhor visualizadas no diagrama de blocos da Figura 2.

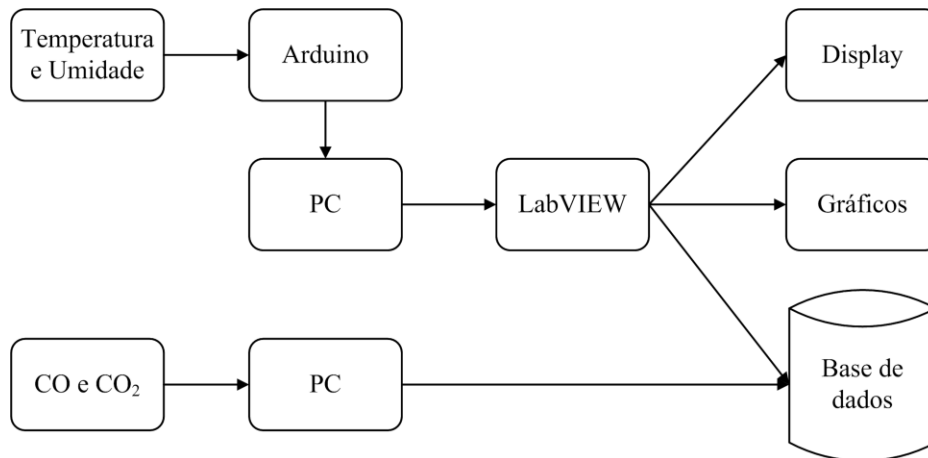


Figura 2 - Diagrama de blocos esquemático do trabalho.

Fonte: Próprio Autor (2020).

Os sensores de temperatura e umidade foram acoplados na placa do microcontrolador Arduino UNO e dispostos dentro do veículo. Estes sensores coletaram os estados das variáveis de processo e a placa Arduino enviou estas informações para serem armazenadas em um computador que estava disponível em um laboratório ao lado do veículo estacionado. Estas leituras foram coletadas durante sete meses, em um período de 24 horas por dia, para verificar a variação de temperatura e umidade ao longo do dia, com o automóvel todo fechado. Já os dados de CO e CO₂ foram coletados pelo instrumento Testo, modelo 315-3, durante quatro meses. Este instrumento também foi acoplado dentro do veículo fechado durante os testes e o período de coleta foi de trinta em trinta minutos, diariamente.

Todas as informações coletadas foram enviadas e armazenadas no *software* LabVIEW (LabVIEW, 2020). Este *software* foi configurado para ler todas as informações das variáveis de processo e, assim, criar uma base de dados. Esse armazenamento permitiu agrupar dados, como por exemplo, períodos do dia, estação do ano, dias de sol, dentre outros.

3.2.1 Arduino

O Arduino utiliza o microcontrolador Atmel, que contém pinos de entrada e saída e uma IDE (Ambiente de Desenvolvimento Integrado) que utiliza uma linguagem de programação C/C++, com conexão via cabo serial. Ele contém portas que podem ser utilizados como entrada e saída (I/O). Essas I/O podem ser os módulos, que são pequenas placas que contém os sensores e outros componentes auxiliares, tais como: resistores, capacitores, LEDs, dentre outros (ARDUINO, 2020) e (GUIA, 2020). A Figura 3 ilustra a placa Arduino utilizada na pesquisa.



Figura 3 – Placa Arduino UNO utilizada no projeto de pesquisa

Fonte: <https://www.arduino.cc/>

3.2.2 LabVIEW

O *software* LabVIEW foi desenvolvido pela empresa National Instruments e é um ambiente de desenvolvimento produtivo para a criação de aplicações customizadas (LabVIEW, 2020). Ele permite que uma grande variedade de ferramentas esteja disponível em um único ambiente, permitindo desenhar conexões entre funções (NATIONAL INSTRUMENTS, 2020). O *software* utiliza a linguagem de programação G, em forma de fluxo de dados, semelhante a um fluxograma e permite as aplicações orientadas aos dados, com temporização e paralelismo.

Para realizar a interface entre a placa Arduino e LabVIEW, foi utilizado um *toolkit*, disponível gratuitamente, chamada LIFA (*LabView Interface for Arduino Toolkit*). Este *toolkit* é embarcado no microcontrolador Arduino para realizar a comunicação entre sua placa e o computador e, posteriormente, integrado ao LabVIEW. O diagrama de blocos utiliza representações gráficas de funções para controlar os objetos do painel frontal. Os objetos no painel frontal são representados por “Terminais” no diagrama de blocos que realizam a troca de informação entre o painel frontal.

A Figura 4 ilustra o *frontend* desenvolvido no LabVIEW para o projeto de pesquisa atual, com o intuito de armazenar em tempo real, as variáveis oriundas dos sensores DHT11 e LM35, inseridos no interior do veículo.

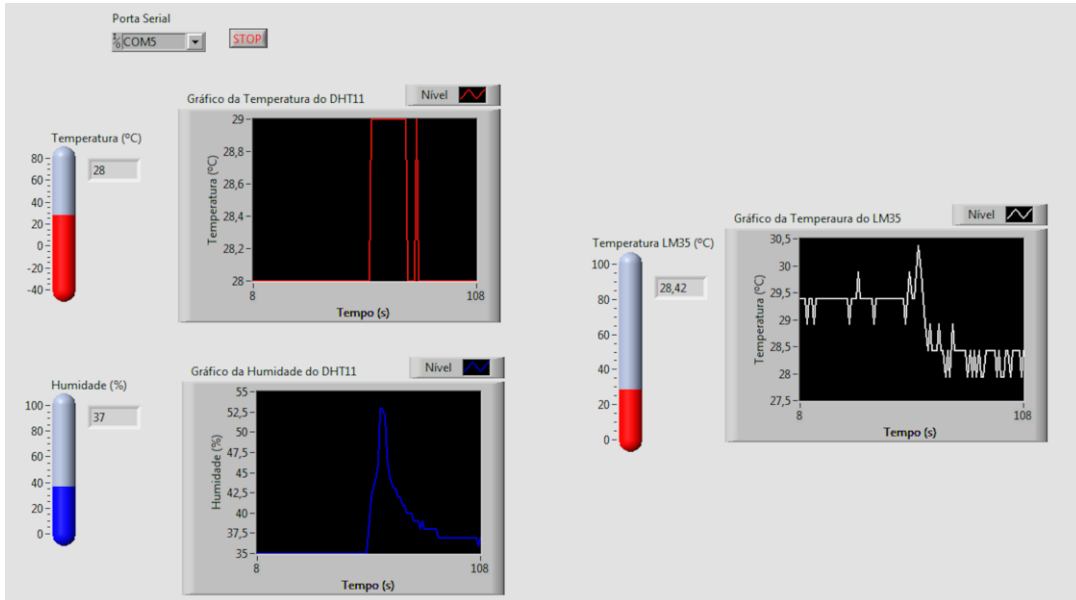


Figura 4 – Placa Arduino UNO utilizada no projeto de pesquisa.

Fonte: (LabVIEW, 2020).

A programação no LabVIEW foi realizada por meio de “Diagrama de Blocos”, chamado código G, sendo esse desenvolvido na interface *Block Diagram on Control*, como pode ser visto na Figura 5. Nessa interface são disponibilizados vários blocos de funções, de forma a atender as necessidades das programações. Neste projeto, essa programação permitiu que as medições dos sensores fossem gravadas para que a base de dados fosse criada.

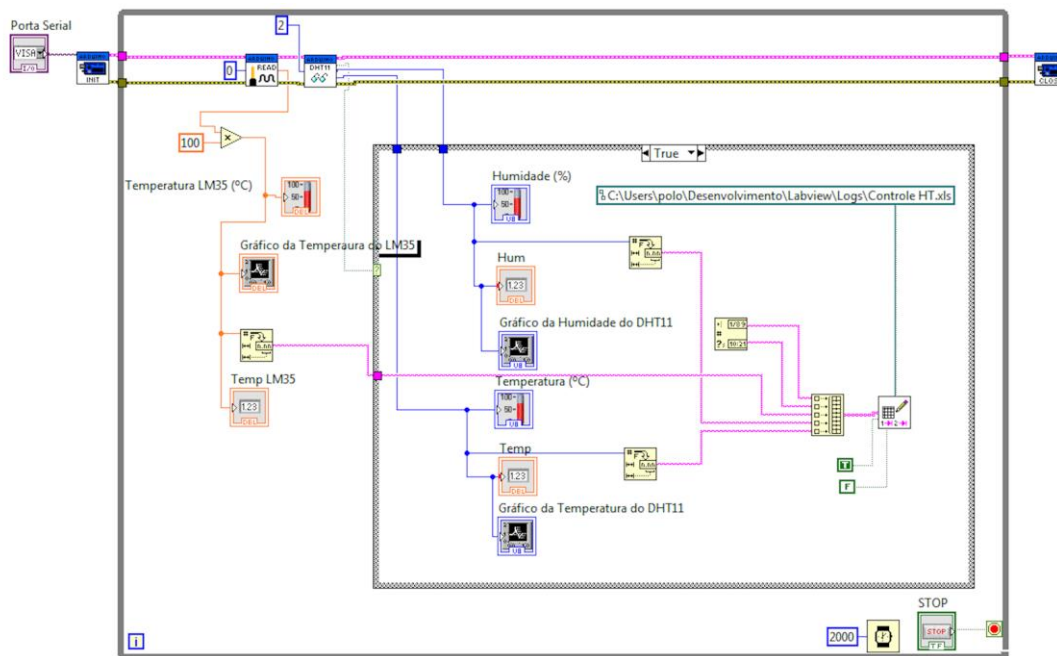


Figura 5 – Procedimentos de aquisição de dados de temperatura e umidade desenvolvidos no LabVIEW.

Fonte: (LabVIEW, 2020).

Os dados foram armazenados em uma planilha Excel e, posteriormente, utilizados para análise estatística. Para isso, os dados foram convertidos para o formato *string*, sendo essa conversão, uma função do bloco *Number To Fractional String*.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados encontrados neste trabalho serão apresentados a seguir, assim como alguns métodos de visualização de dados.

4.1 Base de dados sensoriais

Como esta pesquisa se trata de aquisição e análise de dados sensoriais, foi possível realizar a montagem de uma base de dados, não rotulada, composta de 4 variáveis, com 150 dados amostrados, na seguinte ordem:

CO.ppm	CO2.ppm	Temp.LM35	Umid.DHT11
---------------	----------------	------------------	-------------------

onde,

- **CO.ppm**: dados de monóxido de carbono (em partes por milhão – valores reais), obtidos pelo instrumento Testo 315-3;
- **CO2.ppm**: dados de dióxido de carbono (em partes por milhão – valores inteiros), obtidos pelo instrumento Testo 315-3;
- **Temp.LM35**: dados de temperatura (em graus Célsius – valores inteiros), obtidos pelo sensor LM35;
- **Umid.DHT11**: dados de umidade (em porcentagem – valores inteiros), obtidos pelo sensor DHT11.

Vários testes foram realizados durante o período de sete meses, entretanto somente alguns serão apresentados neste trabalho, devido à quantidade de dados. Tais valores estão contidos na Tabela 1 e foram obtidos entre os dias 29/05/2017 e 25/07/2017. Assim, a partir de 5 leituras diárias foi construída uma base de dados composta de 150 instâncias, com variação de temperatura, umidade, monóxido de carbono e dióxido de carbono para vários tipos de testes.

Com esses dados foi possível criar uma base de dados não rotulada o que permite sua utilização em técnicas de aprendizado não supervisionado. Portanto, estas instâncias foram utilizadas em algoritmos de clusterização, regressão e redução de dimensionalidade.

Tabela 1 - Dados sensoriais de todas as leituras realizadas.

Dia	Hora	CO (ppm)	CO₂ (ppm)	Temp. (°C)	Umid. (%)	Dia	Hora	CO (ppm)	CO₂ (ppm)	Temp. (°C)	Umid. (%)
29/05	11:51	1,0	640	18	46	09/06	12:20	1,0	510	22	45
	12:51	1,0	620	21	44		13:20	1,5	500	23	44
	13:51	1,0	600	22	44		14:20	1,5	500	25	42
	14:51	1,5	600	24	42		15:20	1,5	500	25	43
	15:51	1,5	580	24	43		16:20	1,0	490	25	43
30/05	12:02	1,5	620	19	43	12/06	12:14	1,5	510	22	40
	13:02	1,5	610	20	44		13:14	1,5	510	23	39
	14:02	1,5	590	24	42		14:14	1,5	500	25	39
	15:02	1,5	570	23	42		15:14	1,5	500	25	39
	16:02	1,5	560	24	43		16:14	1,5	500	25	39
31/05	11:45	1,5	610	17	44	13/06	12:42	1,5	500	22	40
	12:45	1,5	600	19	44		13:42	1,5	500	23	40
	13:45	1,5	580	21	44		14:42	1,5	500	26	39
	14:45	1,5	570	23	41		15:42	1,5	500	25	39
	15:45	1,5	550	23	43		16:42	1,5	500	26	40
01/06	11:30	1,5	630	19	44	14/06	12:27	1,5	560	20	44
	12:30	1,5	510	21	43		13:27	1,5	560	21	43
	13:30	1,5	500	23	43		14:27	1,5	520	23	42
	14:30	1,5	500	26	40		15:27	1,5	510	23	43
	15:30	1,5	490	25	41		16:27	1,5	500	24	42
02/06	12:04	1,0	520	20	44	19/06	12:30	1,5	1350	22	39
	13:04	1,0	510	20	44		13:30	2,0	1200	22	40
	14:04	1,5	510	23	44		14:30	1,5	1020	23	39
	15:04	1,0	500	23	43		15:30	1,5	940	23	39
	16:04	1,5	500	24	44		16:30	1,5	2020	23	39
07/06	12:15	1,5	1960	20	47	20/06	11:52	1,5	600	20	39
	13:15	1,5	1710	22	45		12:52	1,5	590	20	40
	14:15	1,5	1590	25	43		13:52	1,5	590	21	39
	15:15	1,5	1440	25	44		14:52	1,5	590	23	38
	16:15	1,5	1300	26	44		15:52	1,5	570	22	39
08/06	11:40	1,5	810	20	47	21/06	12:20	1,5	1850	19	40
	12:40	1,0	710	21	47		13:20	1,5	1630	21	39
	13:40	1,5	650	22	46		14:20	1,5	1290	23	39
	14:40	1,5	610	24	44		15:20	1,5	2090	23	39
	15:40	1,5	590	24	45		16:20	1,5	2450	23	39
22/06	11:27	1,5	1810	17	42	07/07	12:11	1,5	500	20	37
	12:27	1,5	1540	20	41		13:11	1,5	500	22	36
	13:27	1,5	1280	22	40		14:11	1,5	500	23	35
	14:27	1,5	1060	23	39		15:11	1,5	490	24	35
	15:27	1,5	920	23	39		16:11	1,5	490	22	36
23/06	12:02	1,5	590	18	41	10/07	12:05	1,5	530	16	38

Dia	Hora	CO (ppm)	CO₂ (ppm)	Temp. (°C)	Umid. (%)	Dia	Hora	CO (ppm)	CO₂ (ppm)	Temp. (°C)	Umid. (%)
	13:02	1,5	590	20	40		13:05	1,5	520	18	38
	14:02	1,5	590	21	39		14:05	1,5	530	22	36
	15:02	1,5	540	21	39		15:05	1,5	520	24	35
	16:02	1,5	530	21	40		16:05	1,5	520	23	35
26/06	11:58	1,0	500	18	40	17/07	11:47	1,5	550	17	37
	12:58	1,5	500	20	39		12:47	1,5	540	20	36
	13:58	1,5	500	22	39		13:47	1,5	530	21	36
	14:58	1,5	500	23	37		14:47	1,5	610	24	34
	15:58	1,5	500	23	38		15:47	1,5	590	23	35
27/06	12:30	1,5	580	20	40	18/07	12:30	1,5	510	17	37
	13:30	1,5	560	21	39		13:30	2,0	510	19	36
	14:30	1,5	550	23	39		14:30	1,5	510	24	34
	15:30	1,5	540	22	40		15:30	1,5	510	23	34
	16:30	1,5	530	23	39		16:30	2,0	500	23	35
28/06	11:52	1,5	510	18	40	19/07	12:35	1,5	490	18	37
	12:52	1,5	510	21	38		13:35	1,5	490	21	35
	13:52	1,5	510	22	39		14:35	1,5	500	25	34
	14:52	1,5	500	23	38		15:35	1,5	490	25	33
	15:52	1,5	500	23	38		16:35	1,5	490	24	34
29/06	12:34	1,5	540	17	41	20/07	11:45	1,5	500	21	35
	13:34	1,5	530	18	41		12:45	1,5	800	22	35
	14:34	1,5	530	21	39		13:45	1,5	680	25	34
	15:34	1,5	530	21	39		14:45	1,5	650	26	34
	16:34	1,5	530	23	38		15:45	1,5	610	24	35
30/06	12:25	1,5	520	16	41	24/07	12:06	1,5	480	17	36
	13:25	1,5	520	18	40		13:06	1,5	490	18	36
	14:25	1,5	520	21	38		14:06	1,5	490	21	35
	15:25	1,5	510	21	39		15:06	2,0	490	24	34
	16:25	1,5	510	22	38		16:06	1,5	480	24	34
06/07	11:42	3,0	540	16	38	25/07	12:20	1,5	490	22	35
	12:42	2,5	530	17	38		13:20	1,5	490	22	35
	13:42	2,5	520	19	37		14:20	1,5	490	26	33
	14:42	2,0	510	21	36		15:20	1,5	490	25	33
	15:42	2,0	500	21	36		16:20	1,5	480	25	33

Fonte: Próprio Autor (2020).

Pode-se notar ao analisar a Tabela 1 que para algumas leituras o valor do dióxido de carbono teve valores expressivos comparado a outros, por exemplo os dias 07/06, 19/06, 21/06 e 22/06. As crianças e os animais quando submetidos a valores altos de CO₂ podem ser expostas a riscos contra a saúde, como a hipertermia. Além disso, o corpo de uma criança pode superaquecer 3-5 vezes mais rápido que o de um adulto, o que pode causar danos irreversíveis.

A temperatura mínima durante este período foi de 16°C, chegando a valores máximos iguais a 26°C. A umidade relativa do ar variou em torno de 33% a 47%.

4.2 Visualização de dados multidimensionais

Visualizar pontos do espaço de dimensão M (com $M > 3$) em um gráfico bidimensional é um dos maiores desafios impostos em problemas de otimização multiobjetivo. Preencher esta lacuna possibilita ao tomador de decisões a realização de uma análise qualitativa destes dados (MENEZHINI, et al., 2018).

Para a visualização dos dados apresentados na Tabela 1, foi utilizada a ferramenta CAP-vis (MENEZHINI, et al., 2018), que utiliza um *layout* circular com diversos níveis de informação que combinam o diagrama de corda (HOOCHAKSARAEI; ENAYATIFAR; GUIMARÃES, 2016), o mapeamento angular (HOOCHAKSARAEI et al., 2017) e as coordenadas paralelas (LI; ZHEN; YAO, 2017). A Figura 6 ilustra o diagrama CAP-vis.

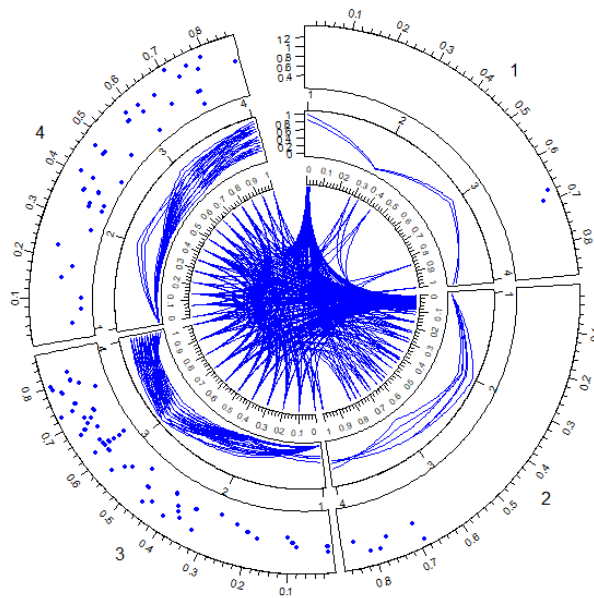


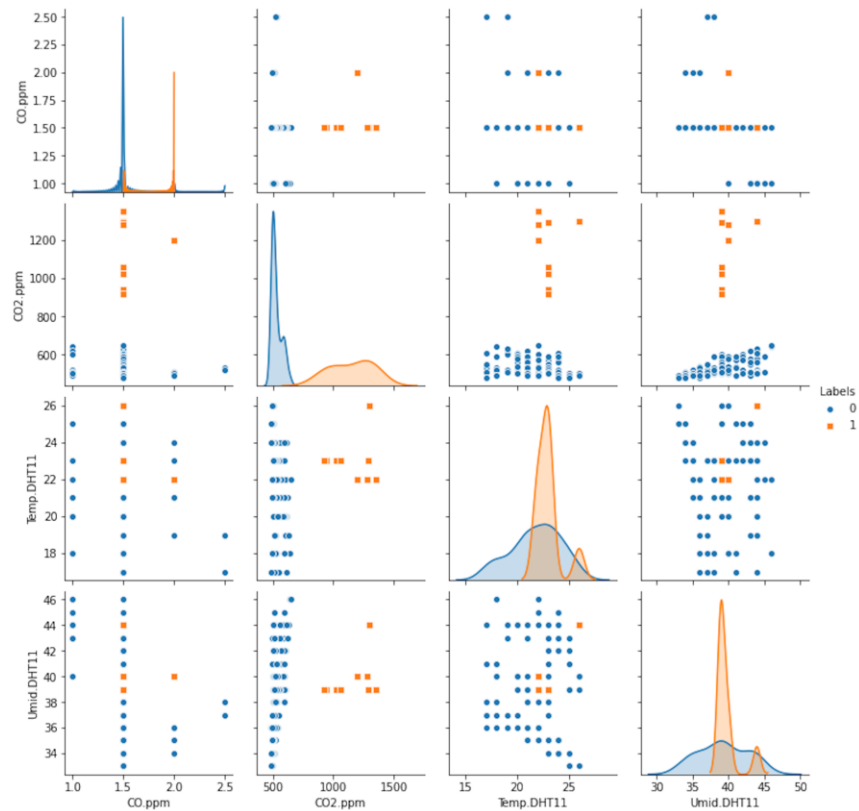
Figura 6 – Diagrama CAP-vis dos dados sensoriais.

Fonte: Próprio Autor (2020).

Cada setor representado na Figura 5 (denominado pelos valores 1, 2, 3 e 4 externos ao *layout* circular) está associado a um eixo que forma cada instância apresentada na Tabela 1 e segue a ordem de apresentação dos atributos. O setor “1” corresponde aos valores de CO, o “2” aos valores de CO₂, o “3” representa a temperatura e, finalmente, o setor “4” os valores de umidade. Em cada setor, estão disponíveis as informações de mapeamento angular, coordenadas paralelas e diagrama de corda, as quais estão representadas de fora para dentro no diagrama.

4.3 Visualização das relações entre os atributos

A matriz de *scatter plots* é utilizada para visualizar as relações bivariadas entre as combinações de variáveis. A Figura 7 ilustra graficamente as relações entre os atributos da Tabela 1, sendo os rótulos apresentados nesta figura (0 e 1) obtidos com a aplicação do método de clusterização *K-Means* (SILVA, PERES, BOSCAROLI, 2016).

Figura 7 – Matriz de *scatter plots* da base de dados criada por este projeto.

Fonte: Próprio Autor (2020).

Nota-se que os valores de monóxido de carbono não possuem uma variabilidade tão grande se comparada com as demais variáveis. Os valores para esta variável se concentraram de forma nítida nos valores 1,5 ppm e 2,0 ppm. Portanto, percebe-se uma bimodalidade evidenciada pelo histograma situado no tipo da primeira coluna da matriz de *scatter plots*. Em uma tarefa de reconhecimento de padrões, por exemplo, esta base de dados pode sofrer um processo de filtragem e eliminar estas informações em função de sua baixa variabilidade em relação as demais variáveis.

Por sua vez, a variável dióxido de carbono tem uma distribuição bimodal, assim como foi observado para a variável monóxido de carbono. Contudo, o histograma representa uma variabilidade maior se comparado ao que foi observado na variável monóxido de carbono. A temperatura e umidade têm distribuição de valores com histograma unimodal e simétrico.

Já a Figura 8 ilustra a matriz de correlação da base de dados para complementar a análise dos resultados apresentados na Figura 7.

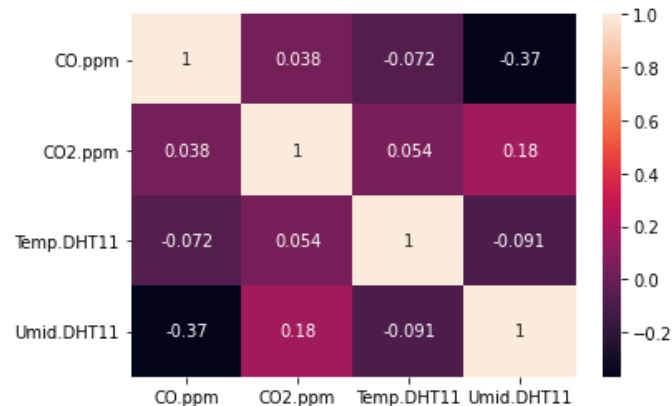


Figura 8 – Matriz de correlação da base de dados criada por este projeto.

Fonte: Próprio Autor (2020).

A matriz de correlação é representada pelas variáveis no eixo “x” e “y” contendo:

i) uma correlação inversa entre os pares de variáveis CO.ppm e Umid.DHT11 (-0,37), CO.ppm e Temp.DHT11 (-0,072) e Temp.DHT11 e Umid.DHT11 (-0,091) e;

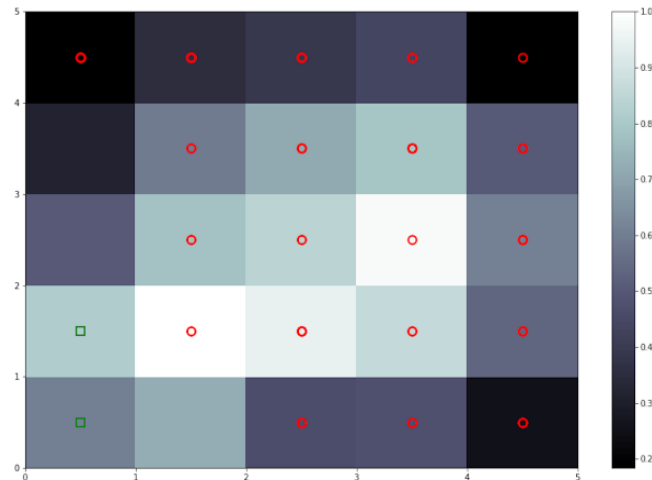
ii) uma correlação direta entre as variáveis CO2.ppm e Umid.DHT11 (0,18) CO2.ppm e Temp.DHT11 (0,054) e CO.ppm e CO2.ppm (0,038).

Adicionalmente, percebe-se que existe uma correlação muito fraca (próxima de zero) entre os pares de variáveis temperatura e monóxido de carbono, temperatura e umidade, dióxido de carbônico e temperatura e monóxido de carbono e gás carbônico. Isto significa que a variação dos valores de uma variável não influenciou nas variações do seu respectivo par.

Por outro lado, houve uma correlação mais forte, em relação às analisadas no parágrafo anterior, entre as variáveis monóxido de carbono e umidade e dióxido de carbono e umidade. Isto mostra que, de acordo com as medidas realizadas, a interação entre estas variáveis é mais significativa e que, portanto, influenciam nas variações de seu respectivo par.

4.4 Visualização de dados com redução de dimensionalidade

Com o intuito de ilustrar a utilização dos dados em aplicações de clusterização e redução de dimensionalidade, foi utilizada uma rede neural artificial do tipo Mapa Auto-Organizável (HAYKIN, 2001), também conhecida por Rede de Kohonen. Neste contexto, foi criado um arranjo bidimensional como pode ser visto na Figura 9.

Figura 9 – Matriz de *scatter plots* da base de dados criada por este projeto.

Pode-se notar na Figura 9, que o mapeamento resultou em uma estrutura topológica capaz de setorizar os dados da base em dois *clusters* (representados pelas bolas vermelhas e quadrados verdes). Estes *clusters* foram formados em função de uma estrutura de auto-organização em que dados de entrada com características semelhantes passam a promover reações semelhantes da rede neural artificial. Portanto, comparando-se as reações da rede neural treinada, é possível agrupar os dados pela análise do efeito produzido pela apresentação de cada um à rede (HAYKIN, 2001; VON ZUBEN, ATTUX, 2020).

5 CONCLUSÕES

Apresentou-se neste artigo os resultados de coleta, análise e criação de uma base de dados de temperatura, umidade, CO e CO₂ no interior do veículo sedan, de médio porte. Esta pesquisa foi realizada junto a um Polo de Inovação Embrapii, devido à importância do tema para a sociedade. O experimento foi realizado com a implementação de um sistema composto por um microcontrolador Arduino UNO, *software* LabVIEW, veículo, computador (e *softwares*) e sensores de temperatura e umidade, bem como instrumento medidor de CO e CO₂.

Estas leituras foram importantes para conhecer as condições ambientais no interior de um veículo, completamente fechado, durante sete meses do ano, sujeitas à variação de estação do ano, nível de insolação, chuvas, temperatura ambiente, intercalação de horários, dentre outros. Entretanto, parte dos dados, referentes aos meses de maio a julho de 2017, foram inseridos neste trabalho devido ao volume de informações coletadas e gravadas durante este período. Além disso, somente alguns foram disponibilizados na Tabela 1, devido ao seu grau de importância e devido à conexão simultânea dos instrumentos e sensores para realizar todos os testes. Com efeito, é possível que outros pesquisadores utilizem esses dados para estudos e para desenvolver tecnologias nesta área, com a finalidade de proporcionar segurança e conforto às crianças e aos animais que porventura podem ser esquecidos dentro dos veículos.

A partir dos dados coletados, foi montada uma base de dados não rotulada, com o objetivo de disponibilizar e realizar estudos estatísticos dos valores em análise exploratória de dados e clusterização, por exemplo. Os dados foram visualizados utilizando os métodos multidimensionais, de relações entre atributos e de redução de dimensionalidade.

De acordo com Dekker (2006), por se tratar da aquisição de dados intermediários em muitas pesquisas científicas, as informações provenientes destas investigações não eram publicadas ou então não eram tratadas como peças principais destes trabalhos. Conclui-se que a base de dados é importante para que outros estudos possam ser desenvolvidos e dados analisados, tal como neste trabalho com as técnicas de análise exploratória de dados (HAYKIN, 2001) e clusterização (SILVA, PERES, BOSCAROLI, 2016).

Além disso, pode-se concluir que esses dados podem encontrar limiares indicativos de um ambiente salutar e um ambiente ameaçador à saúde no interior de um automóvel completamente fechado, como dados ilustrados na Tabela 1. Alguns testes representam o comportamento das variáveis em determinadas situações e contêm valores altos de dióxido de carbono, o que pode levar a situações de riscos para crianças ou animais que porventura podem ser esquecidas no interior dos veículos durante um determinado tempo, como por exemplo os dias 07/06, 19/06, 21/06 e 22/06.

REFERÊNCIAS

ARDUINO. Arduino. 2020. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/>>. Acesso em: 12 mai. 2020.

DEKKER, Ronald. **The importance of data-sets**. In: IAUTL CONFERENCES, 2006. Disponível em: <<https://docs.lib.purdue.edu/iatul/2006/papers/16/>>. Acesso em: 14 abr. 2020.

EG MAGAZINE. **Carros & crianças: atenção aos perigos!** 2011. Disponível em: <https://issuu.com/peditoscunha/docs/revista_expressglass>. Acesso em: 09 abr. 2020.

GUIA. **What is Arduino?**. 2020. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>>. Acesso em: 12 mai. 2020.

HAYKIN, Simon. **Redes neurais artificiais: princípios e prática**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

KOOCHAKSARAEI, Roozbeh Haghazadeh et al. **A new visualization method in many-objective optimization with chord diagram and angular mapping**. Knowledge-Based Systems. vol. 138, no. Supplement C. pp 134-154, 2017.

KOOCHAKSARAEI, Roozbeh Haghazadeh; ENAYATIFAR, Rasul; GUIMARÃES, Frederico Gadelha. **A new visualization tool in many-objective optimization problems**. In: Lecture notes in computer science. Springer International Publishing, 2016, pp. 213-224.

KIDS AND CARS. **Heatstroke**. 2020. Disponível em: <<https://www.kidsandcars.org/how-kids-get-hurt/heat-stroke/>>. Acesso em: 09 abr. 2020.

LabVIEW. NATIONAL INSTRUMENTS. 2020. Disponível em: <<https://www.ni.com/pt-br/shop/labview.html>> Acesso em: 16 abr. 2020.

LEITE, Joel. **Indústria não tem solução para salvar bebê esquecido no carro**. 2015. Disponível em: <<http://omundoemmovimento.blogosfera.uol.com.br/2015/05/28/industria-nao-tem-solucao-para-salvar-bebe-esquecido-no-carro-2/>>. Acesso em 09 abr. 2020.

LI, Miqing; ZHEN, Liangli; YAO, Xin. **How to Read Many-Objective Solution Sets in Parallel Coordinates [Educational Forum]**. in IEEE Computational Intelligence Magazine, vol. 12, no. 4, pp. 88-100, Nov. 2017.

MENEGHINI, Ivan Reinaldo et al. **Information to the eye of the beholder: data visualization for many-objective optimization**. 2018 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC), Rio de Janeiro, 2018, pp. 1-8.

MONK, Simon. **Programação com Arduino II: Passos avançados com sketches**. Porto Alegre: Bookman Editora, 2015. (Tekne). ISBN 9788582602973

NATIONAL INSTRUMENTS. **O que é o LabVIEW?** 2020. Disponível em: <<https://www.ni.com/pt-br/shop/labview.html>> Acesso em: 12 mai. 2020.

NULL, Jan, **Heatstroke deaths of children in vehicles**. 2020. Disponível em: <<https://www.noheatstroke.org/>>. Acesso em: 12 mai. 2020.

OLIVEIRA, Kelly Marques. **Alerta: crianças esquecidas no carro x risco de hipertermia**. 2015. Disponível em: <<https://pediatriadescomplicada.com.br/2015/01/06/alerta-criancas-esquecidas-no-carro-x-risco-de-hipertermia/>>. Acesso em: 09 abr. 2020.

SILVA, Leandro Augusto da; PERES, Sarajane Marques; BOSCAROLI, Clodis. **Introdução à mineração de dados: com aplicações em R**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

TESTO. **Testo 315-3: Ambient CO and CO2 detector**. 2020. Disponível em: <<https://www.testo.com/en-AU/testo-315-3/p/0632-3153>> Acesso em: 12 mai. 2020.

VON ZUBEN, Fernando J; ATTUX, Romis R. F. **Rede neural de Kohonen e aprendizado não-supervisado**. 2020. Disponível em: <ftp://ftp.dca.fee.unicamp.br/pub/docs/vonzuben/ia353_1s20/topico6_IA353_1s2020.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2020.]