
Desenvolvimento de PoC para projeto de V2C - Vehicle to Cloud

Nivaldo Pereira da Silva Júnior

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE COMPUTAÇÃO
BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Nivaldo Pereira da Silva Júnior

**Desenvolvimento de PoC para projeto de V2C -
Vehicle to Cloud**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à Faculdade de Computação da Universidade
Federal de Uberlândia, Minas Gerais, como
requisito exigido parcial à obtenção do grau de
Bacharel em Sistemas de Informação.

Área de concentração: Sistemas de Informação

Orientador: Luiz Cláudio Theodoro

Uberlândia - MG

2019

Dedico este trabalho de conclusão de curso a todas as pessoas que estiveram comigo neste período da minha vida. Àqueles que me deram força, ânimo e incentivo, para que eu pudesse superar todos os obstáculos encontrados nessa trajetória.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, por me proporcionar momentos como esse e por iluminar meu caminho durante toda essa trajetória, superando todos os obstáculos encontrados.

Aos meus pais, Nivaldo e Márcia, por serem os maiores exemplos que eu poderia ter, meus pilares, que sempre se sacrificaram para me dar todo apoio necessário em cada etapa da minha vida.

Às minhas irmãs, Karenn e Vanessa, que sempre foram minhas amigas, me aconselhando para que eu pudesse me tornar cada dia mais, uma pessoa melhor.

À minha companheira, Jéssica, por ter tido paciência em meus momentos de estresse e que sempre me apoiou e me motivou nesse período que estive na faculdade.

Ao professor Luiz Cláudio Theodoro, que me orientou durante todo o desenvolvimento deste projeto e aos demais participantes dessa iniciativa, Guilherme Henrique A. Santos e Mateus Oliveira Lemos.

As amizades que tive o prazer de conhecer, que estive ao meu lado nos momentos de diversão, estudo e trabalho.

E a todos os demais familiares, amigos e colegas, que sempre estive ao meu lado me dando forças para seguir adiante.

“A persistência é o menor caminho do êxito. ”
(Charles Chaplin)

Resumo

Nos últimos anos as empresas automobilísticas vêm passando por uma corrida tecnológica, revolucionando seus modelos em cada geração de veículos, afim de atrair cada vez mais seus consumidores. Em decorrência desse cenário vem surgindo vários empregos e oportunidades de negócios em toda parte do mundo, onde é movimentada uma economia de bilhões de dólares, gerando lucro para fabricantes, prestadores de serviço e fornecedores de peças.

Difícilmente, passaria pela cabeça da maioria das pessoas que viveram no século passado, que aspectos como velocidade, conforto e segurança, estivessem tão presentes nos modelos atuais. Hoje em dia os carros contam com sistemas embutidos, que proporcionam uma segurança e conforto para o condutor, disponibilizando informações em tempo real do seu carro, auxiliando nas atividades do dia-a-dia.

Como a tecnologia dos veículos estão sofrendo atualizações a todo momento, muitas pessoas não conseguem acompanhar a evolução tecnológica disponível nos carros do ano e se vêem, com o passar do tempo, carentes dos recursos recentes lançados pela indústria automobilística.

Este trabalho de Monografia visa implementar como PoC, a criação de um protótipo de computador de bordo para ambientes (a princípio, para um veículo) que esteja carente de recursos tecnológicos, proporcionando para o usuário, informações consistentes do ambiente monitorado em tempo real, por meio da coleta de dados por sensores, que possam gerar informações interessantes para seu condutor e demais envolvidos.

Palavras-chave: V2C, IoT, Vehicle to Cloud, Sistemas embarcados.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Antes e depois da instalação do CoPilot - Fonte: (COPILLOT, 2017) . .	18
Figura 2 – Caso de Negócio - IV2C	20
Figura 3 – Conexão do sensor de chuva com Arduino - Fonte: (CODEMOBILES, 2017)	25
Figura 4 – Conexão do sensor de distância com Arduino - Fonte: (THOMSEN, 2011)	26
Figura 5 – Conexão do módulo DS18B20 com Arduino - Fonte: (TUORIALS, 2016)	27
Figura 6 – Conexão do módulo Bluetooth com Arduino - Fonte: (FABACADEMY, 2018)	28
Figura 7 – Plataforma App Inventor - Designer	30
Figura 8 – Plataforma App Inventor - Blocks Editor	30
Figura 9 – Teste realizado com o sensor de chuva	32
Figura 10 – Teste realizado com o sensor de distância	33
Figura 11 – Teste realizado com o sensor de temperatura	34
Figura 12 – Teste realizado com a câmera IC3 e servidor Zoneminder	35
Figura 13 – Telas do aplicativo IV2C	36

Lista de tabelas

Tabela 1 – Vendas de carros usados no Brasil	12
--	----

Lista de siglas

ECU Central Eletrônica do Carro

IoT Internet of Things

LoRa Long Range

MIT Massachusetts Institute of Technology

NaaS Network as a Service

OI Objetos Inteligentes

OBD On Board Diagnostics

PoC Proof of Concept

Sumário

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Caracterização do Projeto V2C	12
1.1.1	Particularidades	12
1.1.2	Aspectos	13
1.1.3	Atributos	13
1.2	Objetivos	13
1.2.1	Objetivo Geral	13
1.2.2	Objetivo Específico	13
1.3	Organização do Trabalho	14
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1	Conceitos Adotados	15
2.1.1	Internet of Things	16
2.1.2	Cloud-based navigation	16
2.1.3	Cloud-based infotainment	16
2.1.4	Protocolo OBD2	17
2.2	Trabalhos Correlatos	17
2.3	Desafios	19
3	DESENVOLVIMENTO	20
3.1	Metodologia	20
3.2	Caso de Negócio	20
3.2.1	Sumário Executivo	21
3.2.2	O Produto/Serviço	21
3.2.3	O Mercado	21
3.2.4	A Concorrência	21
3.2.5	Marketing	21
3.2.6	Projeções Financeiras	22

3.3	Benefícios para quem for oferecer esta solução	22
3.3.1	Receita com novo negócio	22
3.3.2	Parcerias	22
3.4	Benefícios para o usuário	22
3.5	Direcionadores chave para esta iniciativa	23
3.6	Tecnologias Utilizadas	24
3.6.1	Arduino	24
3.6.2	Sensores	24
3.6.3	Conectividade	28
3.6.4	<i>ZoneMinder</i>	29
3.6.5	MIT Inventor	29
4	RESULTADOS	31
4.1	Método para a Avaliação	31
4.2	Experimentos	32
4.2.1	Experimento 1	32
4.2.2	Experimento 2	33
4.2.3	Experimento 3	34
4.2.4	Experimento 4	35
4.3	Avaliação dos Resultados	36
5	CONCLUSÃO	37
5.1	Principais Contribuições	37
5.2	Trabalhos Futuros	37
	REFERÊNCIAS	39
	 APÊNDICES	 42
	APÊNDICE A – CÓDIGO FONTE	43
A.1	Sensores (Chuva, Temperatura e Distância)	43

Introdução

A partir do século 19, o automóvel, uma invenção revolucionária, mudou o estilo de vida das pessoas facilitando o transporte e melhorando a comodidade. Também provocou mudança no processo de planejamento das cidades, já que a maior parte do espaço hoje é destinada ao trânsito e ao estacionamento de veículos (ESTADÃO, 2015).

Em 1904, os pneus de borracha foram inventados. Até então, os veículos utilizavam rodas feitas de madeira ou ferro. Já em 1949, o primeiro veículo equipado com freios a disco foi colocado no mercado. Com o avanço da tecnologia, acessórios são criados para melhorar a experiência do usuário, como *airbags*, vidros elétricos e ar condicionado. Desse modo, o carro passa a ser um dos bens de maior valor para as famílias, sendo uma extensão da casa e personalidade de cada um. Além de passar muitas horas do dia dentro dele, o motorista projeta no automóvel seus desejos e aspirações (ESTADÃO, 2015).

Com a redução do tamanho e aumento do poder dos processadores, novos materiais, fontes de energias e alguns objetos passaram a se comunicar, controlar e serem controlados a distância, produzindo e emitindo informações. Esse fenômeno recebeu o nome de Internet das Coisas, ou *Internet of Things* - IoT. Este começou a ganhar importância na segunda metade dos anos 2000 e foi relacionado a carros, casas, cidades inteligentes, geolocalização e problemas de privacidade (SINGER, 2013). Os dispositivos que dotam de capacidade de comunicação são denominados Objetos Inteligentes (OI). Ao longo dos últimos anos, o volume de OI cresceu rapidamente e grande parte deles já são compatíveis com arquiteturas e protocolos *Web*, como HTTP, REST, entre outros (BARRETO et al., 2017).

As tecnologias estão em constante evolução e com isso é possível perceber que alguns ambientes estão ficando desatualizados. Tomando o mercado automobilístico como exemplo, nota-se que os carros que foram fabricados nos anos anteriores a 2019 já estão ficando com tecnologias obsoletas, onde o condutor consegue ter acesso a poucas informações vindas dos veículos.

Dispositivos móveis, como o *smartphone* possibilita a interação com os objetos inteligentes que estejam próximo do usuário. Sendo assim, fazer com que esses *smartphones*

sejam receptores das informações provenientes de sensores espalhados no meio, entregando de forma amigável para todos os usuários é uma opção interessante e plausível.

Segundo os dados da pesquisa realizada por IBPT juntamente com os órgãos Denatran, Secretarias de Estado da Fazenda (IPVA), Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) – Seguradora Líder (DPVAT), no ano de 2018 havia no Brasil cerca de 65,8 milhões de veículos em circulação, deste montante sendo 50,7 milhões autoveículos IBPT (2018).

Como base nos dados apresentados na tabela (Tabela 1), é evidente que o mercado de carros usados está ganhando cada vez mais proporção no Brasil. Afinal o país obteve um crescimento de mais de 19% somando a venda de carros com mais de 4 anos, em relação ao ano de 2018.

Tabela 1 – Vendas de carros usados no Brasil

Idade de carros usados à venda	1º trimestre de 2018	1º trimestre de 2019	Variação
0 a 3 anos	644.000	557.423	- 13,4%
4 a 8 anos	1.320.719	1.343.709	+ 1,7%
9 a 12 anos	584.154	659.272	+ 12,9%
Mais de 13 anos	724.032	761.985	+ 5,2%
Total	3.272.910	3.322.389	+ 1,5%

Fonte: AutoPapo (2019)

Com essa perspectiva do mercado e com a grande inovação tecnológica surgindo a todo momento, é incontestável que há uma oportunidade de negócio, que consiste em trabalhar nesse ambiente automobilístico, onde é possível evoluir a tecnologia embutida em carros usados, equiparando com os automóveis produzidos no ano.

1.1 Caracterização do Projeto V2C

1.1.1 Particularidades

- ❑ Inovação tecnológica de um veículo antigo sem mudança de suas características próprias, mantendo o modelo do automóvel em questão íntegro, sem perder sua originalidade.
- ❑ Programação;
- ❑ Desenvolvimento de protótipos (Sensores);
- ❑ Coleta de dados;
- ❑ Conectividade com sensores;
- ❑ Teste de transmissão de dados [Sensor - *Mobile* (Celular ou *Tablet*)];
- ❑ Projeto da aplicação *back-end* e *front-end*.

1.1.2 Aspectos

- ❑ Para não tirar a originalidade do veículo, o mesmo receberá suas notificações através de uma aplicação *mobile*, podendo ser em um *tablet* ou celular, apenas fixados em uma plataforma removível, assim mantendo toda e qualquer característica do carro;
- ❑ Interface interativa da aplicação para facilitar o seu uso para o consumidor;
- ❑ A interação sensor-aplicação ocorrerá pela nuvem, não prejudicando o aspecto visual do carro evitando cortes, perfurações e a aplicação de fios conservando seu valor original.

1.1.3 Atributos

- ❑ Criação de uma aplicação *mobile*;
- ❑ Conexão de cada sensor existente no veículo com a aplicação; *mobile* criada a fim de trazer uma interação veículo-nuvem.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste projeto de pesquisa é aprofundar na proposta de *Network as a Service (NaaS)*, envolvendo Internet of Things (IoT) vinculada aos benefícios do *Cloud Computing* por meio do desenvolvimento de uma solução que integre ambas as tecnologias. Dessa forma, aproveitar as possibilidades de provisionamento usando estas novas tecnologias para gerar benefícios como melhor desempenho, vazão de dados escalável, menor latência e maior simplicidade na configuração.

1.2.2 Objetivo Específico

Como entrega final, a proposta é desenvolver uma Proof of Concept (PoC), utilizando um veículo com pouca inovação tecnológica, um computador de bordo acoplável a um automóvel com inúmeros serviços amparados na coleta de dados por sensores como medição de pressão, de volume de combustível, de velocidade ou controles como ré, presença e outros, com hospedagem em ambientes virtualizados em nuvem que processaria a inteligência do sistema. A ideia é que qualquer equipamento possa ser monitorado por meio de sensores conectados à uma plataforma que permita funcionalidades comuns aos veículos atuais. A aplicação poderá ser para *Smartphone* que atuará sobre uma camada de *software* interagindo com um sistema de sensores e dispositivos especiais, utilizando sistemas de comunicação mais atuais, como Long Range (LoRa), para maior eficiência e autonomia a fim de melhorar a experiência da viagem.

1.3 Organização do Trabalho

O trabalho é organizado da seguinte maneira.

- ❑ **Capítulo 2 — Fundamentação Teórica:** expõe toda a fundamentação necessária para o desenvolvimento e entendimento do projeto;
- ❑ **Capítulo 3 — Desenvolvimento:** cita os métodos utilizados para desenvolvimento do trabalho, descrevendo cada uma das etapas;
- ❑ **Capítulo 4 — Resultados:** o desfecho do experimento, assim como método para avaliação dos resultados;
- ❑ **Capítulo 5 — Conclusão:** as principais conclusões e contribuições deste trabalho são apresentadas, além de sugestões de trabalhos futuros.

Fundamentação Teórica

O projeto envolve cerca de quatro áreas da engenharia, são elas Engenharia da Computação, Engenharia Eletrônica e de Telecomunicações, Engenharia de Automação e Engenharia Mecânica. Sendo assim, a pesquisa se inicia com o aprendizado de conceitos de IoT e Computação em nuvem para que se possa entender fielmente a proposta do plano de trabalho do V2C. Com o entendimento dos conceitos e do projeto em questão, é possível pensar em construir algo ou pesquisar projetos correlatos com a proposta da qual este estudo pretende-se realizar, como a pesquisa de *softwares Open Source* através de *benchmarking*.

Após *softwares* com ideias em comum ao que se quer realizar no projeto serem encontrados, será realizado o estudo em busca do domínio da linguagem de programação ao qual o *software* se encontra. Dominando-se a linguagem, alterações podem ser realizadas a fim de trazer uma maior harmonia ao projeto, satisfazendo as necessidades do V2C. Durante esta fase, também pode-se trabalhar com a conectividade entre os sensores e a aplicação *mobile*. A seguir, testes e possíveis correções de erros serão realizados, resultando em um produto pronto para a demonstração final.

2.1 Conceitos Adotados

Veículo para Nuvem, conhecido como V2C neste trabalho, ou protótipo de veículo conectado se trata de uma interação entre um veículo diretamente com a nuvem, possibilitando que motoristas e passageiros acessem aplicativos de informação, navegação e entretenimento diretamente de um *display* instalado no carro ou até mesmo de um aparelho remoto, como os atuais *smartphones*. O protótipo de veículo conectado em si seria uma forma de também fazer com que qualquer tipo de problemas nos carros sejam identificados com mais assertividade e eficiência, poupando tempo e mão de obra.

O processo da nuvem entra para garantir uma opção mais segura entre fornecedor e cliente, com a vantagem de acessos em qualquer lugar do planeta. A partir do momento que os dados forem coletados para a nuvem, tanto de um quanto de inúmeros outros,

pode-se fazer correlações como comparação de consumo, definição de rotas alternativas, viabilidade para carros autônomos, monitoramento do veículo e de motoristas, segurança de trânsito, alarmes massivos, etc. A seguir são apresentados conceitos básicos para o entendimento do projeto.

2.1.1 Internet of Things

O termo Internet das Coisas (do inglês Internet of Things (IoT)) tem ganhado grande expressão nos dias de hoje, dado o avanço das áreas de sistemas embarcados, microeletrônica, comunicação e sensoriamento. Esse termo é refere-se à extensão da internet para objetos do cotidiano das pessoas, que possuem capacidade computacional se comunicarem através da internet (SANTOS et al., 2016).

Estes objetos/coisas tornam se capazes de interagir entre si e com o ambiente, coletando informações de dispositivos, que conecta na web através de um app, e utiliza serviços em nuvem para armazenar, analisar e compartilhar informações.

A perspectiva é de muito crescimento nessa área da tecnologia, onde estima-se que em 2020, mais de 40 bilhões de dispositivos estarão conectados (PRESS, 2014). Na mesma proporção de crescimento, a indústria automobilística vem investindo pesado nessa nova tendência. Estudos apontam que a previsão para o mesmo ano chega a cerca de 152 milhões de carros conectados à Internet (NAUGHTON, 2014).

2.1.2 Cloud-based navigation

Navegação baseada em nuvem tem como enfoque principal tratar a conexão feita entre o automóvel (nesse caso a aplicação apoiada na base do veículo ou um sensor instalado mandando a informação em tempo real via *wireless*) com a nuvem obtendo informações em tempo real sobre todo o seu trajeto, como por exemplo, um atalho nos casos de trânsito em determinada rua. Buracos poderiam ser identificados pelo sistema de monitoração baseado em nuvem para que alertas fossem emitidos a veículos que percorrem a mesma rota, assim o trânsito fluiria bem mais e acidentes claramente poderiam ser evitados.

2.1.3 Cloud-based infotainment

Alguns acidentes já ocorreram por uma desatenção do motorista que foi apenas trocar uma música no carro (OLIVEIRA; HENRIQUE, 2014) (PORTELA, 2016). Infoentretenimento conectado à nuvem seria a conexão com o carro para que uma viagem mais segura ocorra, a fim de melhorar a experiência entre condutor e passageiro. Um exemplo desta tecnologia que evitaria o acidente ocorrido acima, seria a troca de rádio e alteração do volume pelo volante, assim o motorista não tiraria as mãos do volante, nem o olhar da estrada. Ligações poderiam ser feitas apenas por um comando de voz, sem a necessidade

de ter que parar o carro e pegar o celular para isso, assim seria possível simplificar as viagens e trazer uma forma mais segura de condução.

2.1.4 Protocolo OBD2

On Board Diagnostics (OBD), em português “diagnóstico de bordo” é um sistema responsável por realizar leitura e transmissão de dados entre computadores (scanners) e a Central Eletrônica do Carro (ECU), também chamada "módulo de injeção", componente no qual se tornou obrigatório na fabricação de veículos desde o ano de 1996 nos Estados Unidos e Europa, e no Brasil a partir de 2010 com sua segunda geração (TORRES; RUBI, 2017). Este sistema surgiu com o intuito de reduzir os custos de diagnóstico dos carros em oficinas e o controle de emissão de poluentes e é capaz de detectar pequenos problemas no veículo que normalmente passa despercebido pelo condutor, evitando assim o acarretamento de problemas mais graves. Além disso, é capaz de informar os dados recorrentes aos sensores de pressão, temperatura, tensão e rotação, como : velocidade do veículo, tensão da bateria, rotação do motor, temperatura do óleo, temperatura do motor, temperatura da água, nível de combustível e o consumo médio, entre outras informações.

2.2 Trabalhos Correlatos

O projeto V2C, propõem um modelo de provisionamento de serviços em nuvem e uma arquitetura de segurança baseada em hierarquia e limites administrativos, customizado para o ambiente automobilístico. Onde o usuário tem acesso a uma interface fornecida pelo provedor de infraestrutura, que pode ser usada para inserir solicitações de navegação. Tais solicitações podem ser, o desejo de evitar rotas com um alto tráfego de veículos, recebendo a informação com a melhor rota possível (RANGARAJAN et al., 2012).

O CoPilot (COPILOT, 2017) é um sistema projetado para substituir o rádio, renovando as funcionalidades e usabilidades de qualquer automóvel. Este sistema utiliza um computador *Raspberry Pi* juntamente com o protocolo de comunicação OBD2, onde consegue capturar as informações do veículo em tempo real e disponibilizá-las através de uma interface gráfica intuitiva. Suas principais funcionalidades são poder controlar o rádio do automóvel, iluminação interior, janelas, abridor de porta de garagem entre outras. Contudo, para sua instalação é necessário que seja removido o rádio e adaptar o painel do veículo para que consiga encaixar o *display* como representado na imagem (Figura 1). Este *display* fica fixo no painel, semelhante a um DVD.



Figura 1 – Antes e depois da instalação do CoPilot - Fonte: (COPILOT, 2017)

O ELM327 (TODOS, 2013) é um *scanner* conectado ao protocolo OBD2 do veículo e consegue realizar a leitura de todas as informações que possui relação à parte sensorizada do carro, através de uma conexão via *bluetooth*. Este *scanner* possibilita realizar a leitura em tempo real das informações como: temperatura da água, velocidade, rotações por minuto, injeção eletrônica, entre outras informações. Existem vários aplicativos no mercado que conseguem ler estes dados transmitidos pelo *scanner* e disponibilizar para o usuário. Neste estudo foram feitos alguns testes com o aplicativo *Android Speedbot*. Além das informações mencionadas, o aplicativo também disponibiliza a funcionalidade GPS, onde o mesmo, após termos definido uma rota, conseguiu guiar os pesquisadores até o local desejado, mostrando informações como: tempo de viagem, velocidade máxima, velocidade média e distância percorrida. O aplicativo também oferece um HUD que possibilita a projeção dos dados no para-brisa do carro, assim o motorista não precisa se desconcentrar da pista para olhar o celular. No entanto, este componente consegue se comunicar somente com automóveis que seguem rigorosamente o padrão OBD2, não sendo compatível com vários outros automóveis do mercado.

O projeto *On-Board Vehicle Diagnostics in the Cloud* da Universidade de Michigan,

consiste em capturar as informações de carros novos que estão sendo testados nas estradas, enviando os dados do diagnóstico OBD2. Com o intuito de que a equipe de teste consiga realizar a análise em tempo real, sem que haja a necessidade do carro retornar para as instalações de teste. As informações coletadas serão enviadas para a nuvem via conexão 3G, e acessadas a partir de uma interface baseada na web (PERKINS et al., 2013).

2.3 Desafios

Para o desenvolvimento do projeto, será necessário o estudo e pesquisa, para adquirir um maior conhecimento sobre as tecnologias envolvidas e os componentes físicos utilizados. Como a solução proposta envolve várias áreas da tecnologia e engenharia, será preciso muita dedicação de todos os envolvidos para que o objetivo seja alcançado.

Uma das principais barreiras encontradas será a utilização do componente Arduino juntamente com os sensores, onde o objetivo é captar todas as informações em tempo real do veículo e enviar para a aplicação via *Bluetooth*, para poder apresentar de forma simples e organizada para o cliente.

Uma das necessidades será estudar o melhor modelo de conectividade porque certamente o Bluetooth não satisfará a todas as situações. Tecnologias como Zwave, Zigbee, RFID e outras poderão fazer parte de futuros estudos e implementações.

Desenvolvimento

3.1 Metodologia

O processo de desenvolvimento deste projeto envolve etapas de pesquisa bibliográfica baseada em consultas à artigos acadêmicos, sites e vídeos na internet.

Para o sucesso da aplicação, foram realizadas pesquisas de mercado, visando identificar onde essa iniciativa será introduzida, quais seriam os parceiros e concorrentes, qual o valor entregue para o cliente e como será realizada a comercialização do produto.

3.2 Caso de Negócio



Figura 2 – Caso de Negócio - IV2C

3.2.1 Sumário Executivo

Um projeto que visa a atualização das tecnologias atuais, promovendo um maior conforto, comodidade, novas oportunidades de negócio e simplicidade.

3.2.2 O Produto/Serviço

O produto ofertado demandará alguns gastos como o custo de sensores. No entanto, é possível recuperar e obter um lucro com sua revenda e parceria com a fornecedora de sensores, que seria fundamental para os três envolvidos na transação (fornecedora, comerciante e consumidor). Além de entregar um serviço web, onde os usuários poderão acessar dados provenientes de seu percurso diário.

Os benefícios para cada parte são listados a seguir:

- ❑ Fornecedor: Obtém maior número de vendas em sensores;
- ❑ Comerciante: Um novo negócio promissor que facilita a mão de obra e obtém uma maior rapidez e eficiência no seu trabalho. Além de se tornarem uma loja autorizada para a instalação e manutenção dos serviços propostos;
- ❑ Consumidor: Tecnologia de ponta por um preço acessível e maior simplicidade em questão de manutenções de seu veículo, com o fato de que ele permaneceria com sua originalidade de fábrica.

3.2.3 O Mercado

O produto entraria como inovação no mercado consumidor atual, com a característica de melhoria, praticidade e evolução do que já era feito.

3.2.4 A Concorrência

Já existem empresas desenvolvendo esse produto mas normalmente focados em veículos novos. Nosso projeto tem a vantagem de tentar atender a ambos os segmentos, veículos usados e novos.

3.2.5 Marketing

O marketing deste sistema será realizado através de vídeos postados nas redes sociais mostrando os benefícios do projeto IV2C, criação de um *website* onde os usuários interessados terão mais informações dos produtos e planos disponíveis, contatos e locais onde poderão ser adquiridos. Além de várias outras opções, é a divulgação para oficinas de manutenção e lojas de revenda de carros usados que poderiam incluir o argumento de dotar o carro de novas tecnologias para obterem melhores condições de venda.

3.2.6 Projeções Financeiras

Como os carros mais antigos demandarão a instalação de uma quantidade maior de sensores, em comparação a os carros produzidos mais recentemente, haverá vários pacotes de serviços onde o cliente poderá escolher o que lhe for mais apropriado.

- ☐ Pacote de serviços completo;
- ☐ Pacote de sensores escolhidos pelo cliente;
- ☐ Pacote padrão.

3.3 Benefícios para quem for oferecer esta solução

3.3.1 Receita com novo negócio

- ☐ Comercialização de um computador de bordo com aplicação embutida e Hardware junto;
- ☐ Comercialização de um computador de bordo com aplicação embutida com Hardware adquirido pelo cliente;
- ☐ Comercialização de Smartphone que suporte a solução IV2C;
- ☐ Comercialização de um computador de bordo completo;
- ☐ Comercialização de um computador de bordo completo os seguintes módulos(sensores): Pressão, Ré, Presença, Velocidade, Volume, Travamento de portas, Segurança (Cinto, alarmes em geral), Carga da bateria.

3.3.2 Parcerias

- ☐ Fornecedores de Smartphones;
- ☐ Fornecedores de sensores;
- ☐ Prestador de serviço autorizado.

3.4 Benefícios para o usuário

Os benefícios para o usuário são listados a seguir:

- ☐ Atualização de tecnologia;
- ☐ Comodidade;

- ☐ Segurança (sensor de ré, câmeras, etc);
- ☐ Não descaracterização do modelo original do veículo;
- ☐ Plataforma simples, de fácil entendimento e manipulação;
- ☐ Produto atraente ao usuário;
- ☐ Maior praticidade do que as existentes atualmente;
- ☐ Um preço acessível;
- ☐ Uma maior garantia com relação à imprevistos;
- ☐ Um veículo totalmente tecnológico sem grandes modificações ao aspecto original do veículo.

3.5 Direcionadores chave para esta iniciativa

O que a iniciativa IV2C pode proporcionar para a sociedade e o mercado de trabalho:

- ☐ Atualização de tecnologia;
- ☐ Um novo modelo de negócio;
- ☐ Conforto e comodidade;
- ☐ Simplicidade e modernidade;
- ☐ Previsão de problemas;
- ☐ Manutenção dos produtos;
- ☐ Marketing dos produtos;
- ☐ Vendas dos produtos;
- ☐ Essa inovação pode-se estender para outras áreas do conhecimento, proporcionando um leque de novas possibilidades com a modificação dessa tecnologia para um ambiente de lazer como uma casa ou apartamento, comércio, hospitais e escolas;
- ☐ IV2C não é apenas um veículo com várias funcionalidades, também é uma maneira de pensar, uma ideia que pode proporcionar inúmeras inovações tecnológicas até mesmo em outras áreas do conhecimento.

3.6 Tecnologias Utilizadas

3.6.1 Arduino

Arduino é um *hardware* livre utilizado para prototipação eletrônica. Possui várias ferramentas para criação de projetos interativos, detém um baixo custo e uma grande simplicidade na hora de implementar (TECH, 2019).

Para o desenvolvimento deste projeto, será utilizada a placa Arduino UNO, pois dispõe de um número considerável de portas para conexão e apresenta grande compatibilidade com os *Shields* (módulos integrados diretamente na placa) Arduino.

3.6.1.1 Arduino Software (IDE)

A *Integrated Development Environment* (IDE) do Arduino é uma interface de desenvolvimento *open source* baseada na linguagem de programação C/C++. Possibilita o desenvolvimento de toda a lógica de programação que o sistema vai utilizar para a manipulação dos dados captados pelos sensores.

Nessa ferramenta foi possível encontrar quais sensores serão utilizados no projeto e em quais portas (analógico e/ou digital) os sensores estarão conectados no dispositivo. Assim será viável associar os dados recuperados e relacionar a cada sensor.

Após a conclusão desta fase, é preciso carregar o programa desenvolvido no Arduino, através de um cabo USB. Assim o Arduino é capaz de trabalhar de forma independente.

3.6.2 Sensores

O sensor é um objeto com capacidade computacional que possibilita a detecção de estímulos físicos e responde de forma eficiente e precisa. Existem no mercado vários tipos de sensores, onde cada um, detecta o estímulo específico correspondente a sua criação, sendo eles pressão, luminosidade, movimentação, temperatura. Após a captação desse estímulo a função do sensor é emitir um sinal que seja possível a interpretação de outros dispositivos (MUNDODAELETRICA, 2019). De acordo com Reis (2018), os sensores fazem parte da interface entre o mundo físico e o mundo dos dispositivos eletrônicos, como os computadores e redes de dados.

3.6.2.1 Sensor de chuva (MH-RD)

O módulo MH-RD é uma placa que possui várias linhas, capaz de detectar gotas de chuva. Uma vez que a água entra em contato com a placa, sua tensão diminui. Quando a tensão é alta, significa que não está chovendo, e de contrapartida quanto menor a tensão da placa mais intensa é a chuva.

A partir dos dados coletados por este sensor, é possível em um outro momento, acionar os limpadores de pára-brisas, com a velocidade correspondente com a intensidade da chuva.

Na (Figura 3) é mostrado como será feita a conexão dos fios com o Arduino.

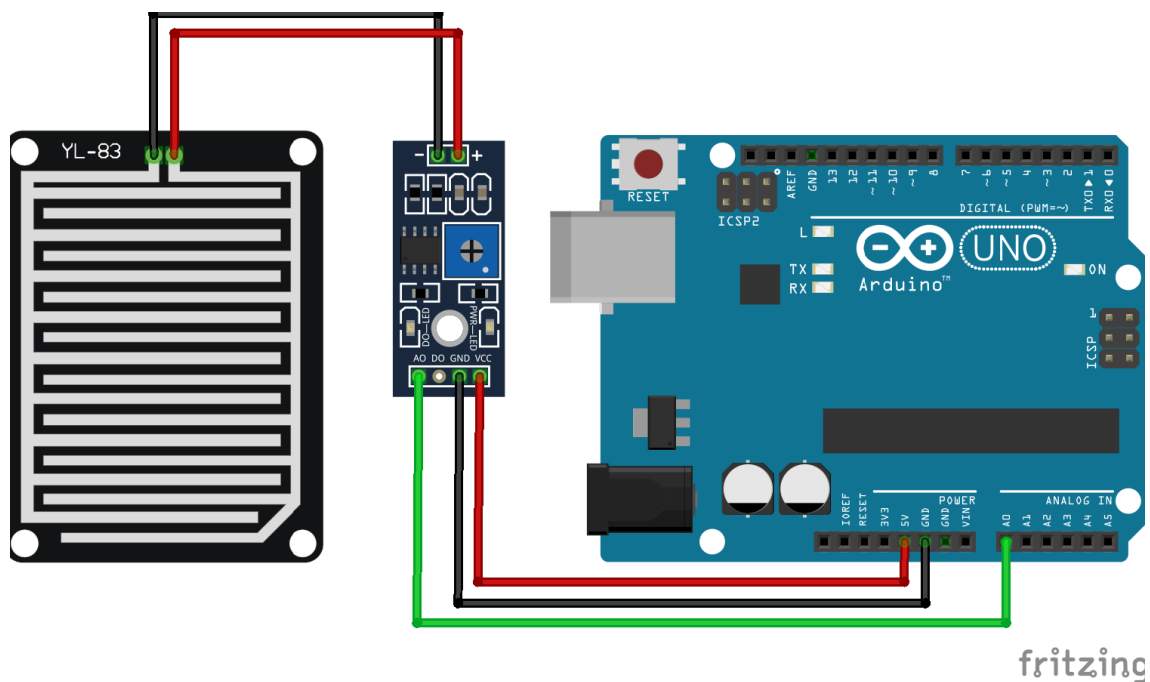


Figura 3 – Conexão do sensor de chuva com Arduino - Fonte: (CODEMOBILES, 2017)

3.6.2.2 Sensor de distância (HC-SR04)

O módulo HC-SR04 é utilizado para medir a distância do sensor e um objeto, com precisão de leitura de 2cm a 4 metros. Este dispositivo envia um sinal (*Trigger*) ultrassônico e aguarda o retorno (*Echo*) do sinal. Desse modo, com base no tempo é possível identificar a distância em que o objeto se encontra em relação ao sensor.

Na (Figura 4) é representado a conexão do módulo com o Arduino.

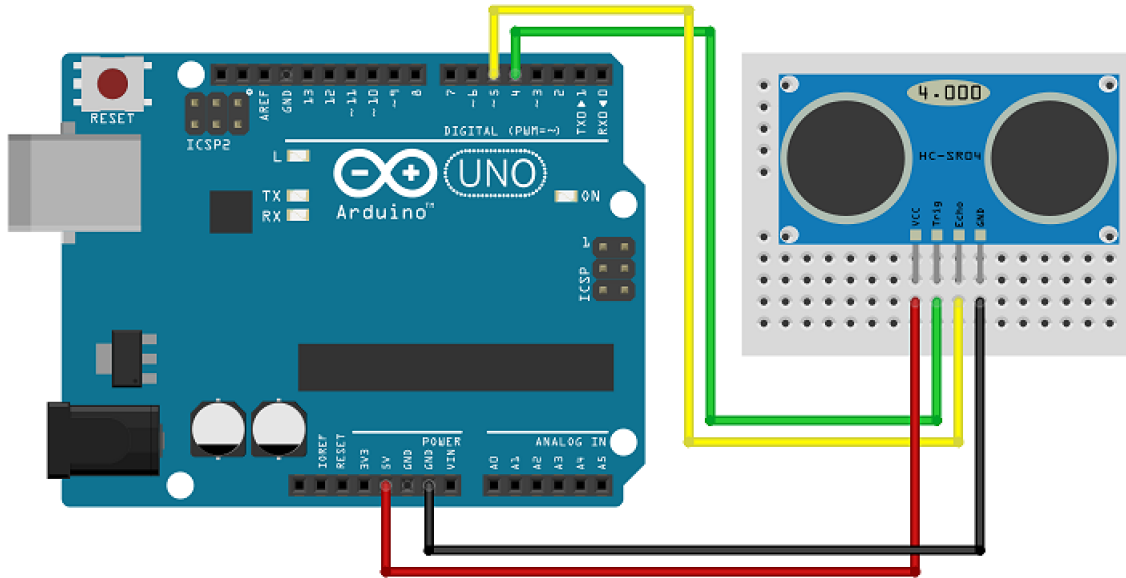


Figura 4 – Conexão do sensor de distância com Arduino - Fonte: (THOMSEN, 2011)

3.6.2.3 Sensor de temperatura (DS18B20)

Será realizada a instalação do módulo DS18B20 próximo ao motor do carro, para que seja possível recuperar a informação de temperatura do mesmo. Normalmente, os carros circulam com uma temperatura em torno de 80 °C a 100 °C. Dada esta informação será feita a programação para que sejam emitidos sinais de alerta para o motorista, caso exceda alguns valores pré-definidos de temperatura, evitando assim o comprometimento do motor. Na imagem (Figura 5), é mostrada como será realizada a conexão do módulo com o Arduino.

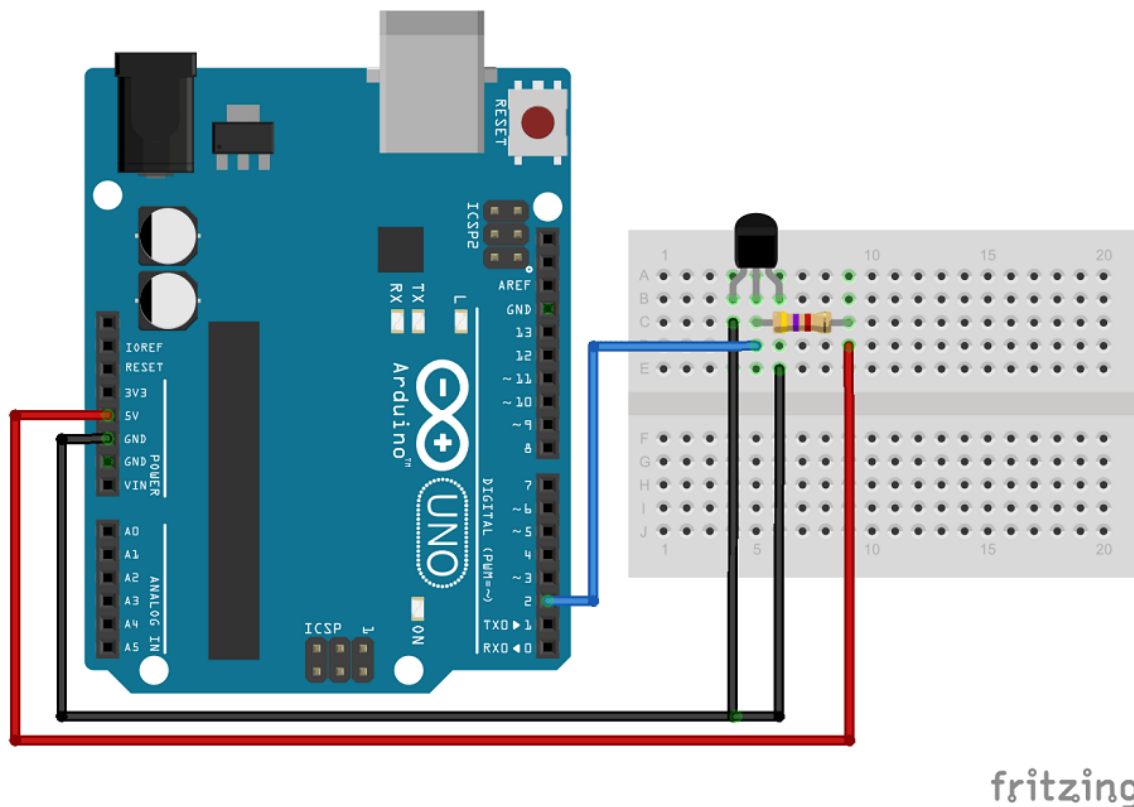


Figura 5 – Conexão do módulo DS18B20 com Arduino - Fonte: (TUORIALS, 2016)

3.6.3 Conectividade

3.6.3.1 Módulo Bluetooth (HC-06)

No projeto IV2C, as informações captadas pelos sensores acoplados na placa Arduino, deverão ser enviadas para uma aplicação, onde a mesma será exibida para o usuário. Com isso precisamos utilizar o módulo HC-06, que é responsável pela conexão App/Arduino, através do *Bluetooth*.

Este módulo trabalha em modo *slave* (escravo), ou seja, ele recebe apenas a requisição de emparelhamento, não sendo possível fazer tal requisição partindo dele.

Na imagem a seguir (Figura 6), é ilustrada a forma como foi realizada a conexão do módulo HC-06 com a placa Arduino.

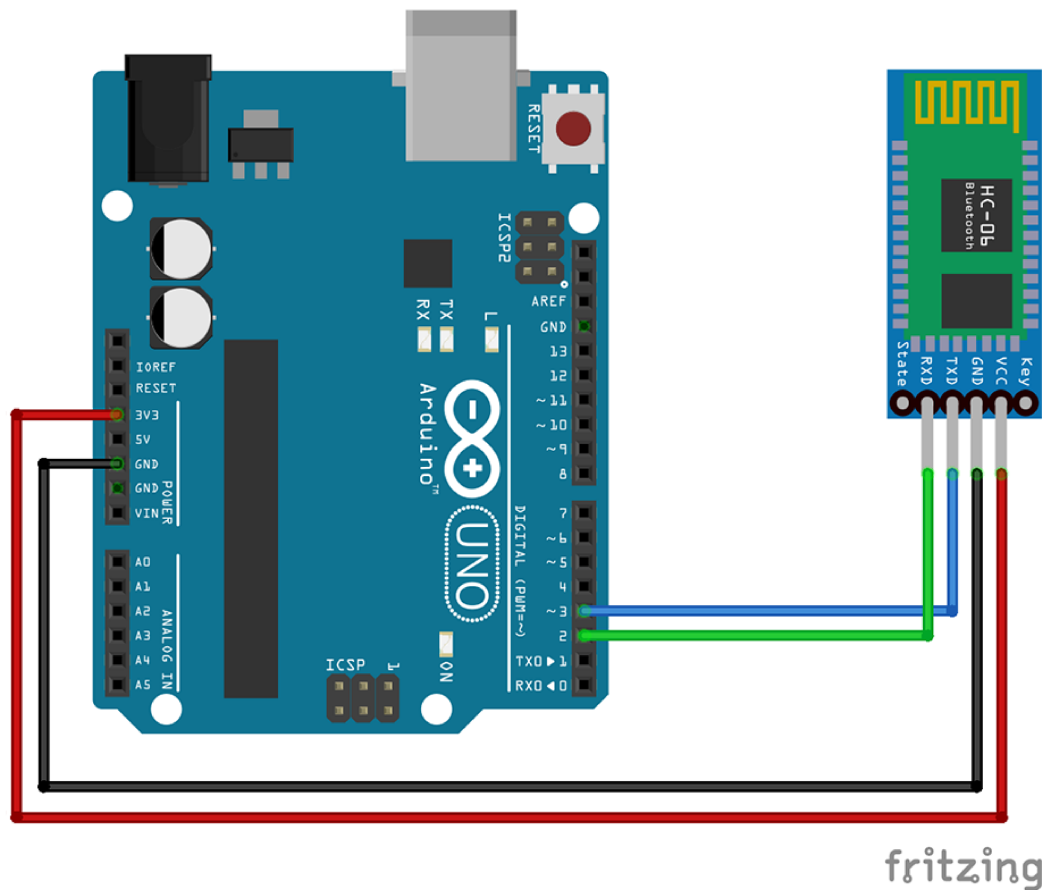


Figura 6 – Conexão do módulo Bluetooth com Arduino - Fonte: (FABACADEMY, 2018)

3.6.4 *ZoneMinder*

Zoneminder é um *software* gratuito de vigilância digital, que opera no sistema *Linux* e possui suporte a uma grande variedade de câmeras. Este sistema detém funções como visualização da imagem em tempo real, que possibilita iniciar uma gravação de vídeo após detectar qualquer movimento ou de uma área específica previamente selecionada. Ele é responsável por dar suporte para o envio de *sms* para o celular do usuário, após qualquer detecção de movimento.

Para esta aplicação, o sistema poderá ser instalado num dispositivo como o Raspberry e ser utilizado para monitoramento do veículo, permitindo o usuário acompanhar o estado do seu carro mesmo estando longe.

3.6.5 MIT Inventor

O *MIT App Inventor* é uma plataforma de programação *web*, criada pela Massachusetts Institute of Technology (MIT), sendo seu público alvo jovens e crianças que possuem pouca experiência com desenvolvimento de aplicações *Android*. Foi projetado para reduzir a complexidade na hora de começar o desenvolvimento de uma aplicação, ultrapassando toda a parte de configuração do ambiente, não havendo a necessidade de baixar nada para seu computador, tornando simples e fácil de iniciar.

O desenvolvimento nessa plataforma é feito de forma visual, através de blocos que se conectam por meio do usuário, tornando a criação de projetos complexos, de maneira simples, divertida e gastando muito menos tempo. Para a realização de testes, há algumas formas que possibilitam a visualização prévia da construção do aplicativo. Sendo a mais simples, fazer a instalação do aplicativo "*MIT App Inventor 2*" disponível gratuitamente na *Play Store*. Outra forma é através da instalação do emulador *Android* no seu computador ou conectando seu *smartphone* via USB.

A plataforma é dividida em duas seções, *Designer* e *Blocks*, onde cada seção é responsável por uma determinada funcionalidade na aplicação.

A primeira seção, denominada *Designer*, é responsável pela criação de telas, onde se encontra toda a estrutura *layout* da página, como botões, caixa de texto, imagens, plano de fundo, entrada de informação do usuário e várias outras diversidades de componentes que serão vistas pelo usuário. (Figura 7).

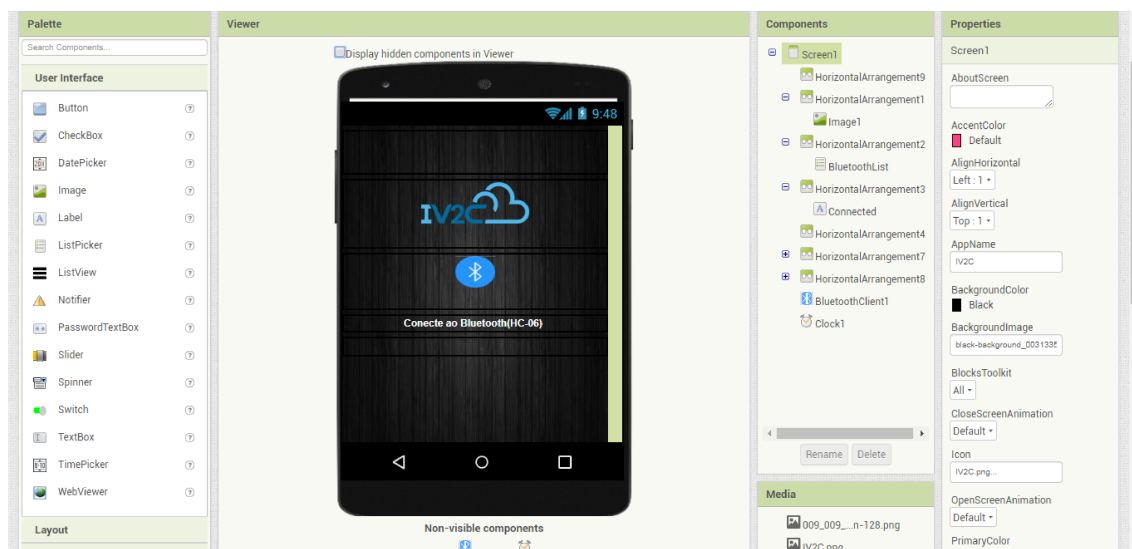


Figura 7 – Plataforma App Inventor - Designer

A segunda seção é chamada de *Blocks*, onde reúne toda interatividade da aplicação, ou seja, a lógica de todo comportamento relacionado aos componentes inseridos na seção de *Designer*. Por exemplo, é possível associar ao evento do *click* de um botão a uma ação de redirecionamento de telas, pode-se também estabelecer a configuração da conexão via *bluetooth* para que seja viável receber as informações enviadas pelo Arduino, e em seguida a manipulação dos dados que serão mostrados na tela do aplicativo (Figura 8).

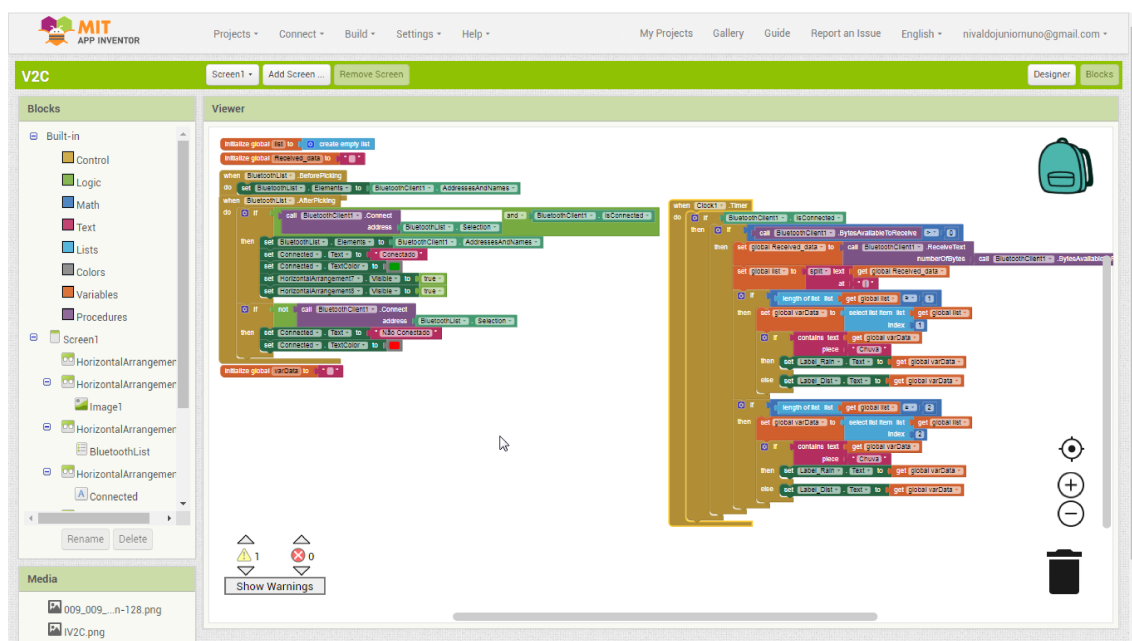


Figura 8 – Plataforma App Inventor - Blocks Editor

Resultados

4.1 Método para a Avaliação

Para ser realizada a análise e os testes com o desenvolvimento do projeto IV2C em um ambiente real, um automóvel com pouca inovação tecnológica foi cedido. O Jeep modelo Willys, fabricado no ano de 1963, foi escolhido para receber o protótipo. A partir desse veículo foram feitas todas as instalações necessárias para que seja possível recuperar os dados em tempo real.

4.2 Experimentos

4.2.1 Experimento 1

Para o primeiro experimento, foi realizada a instalação do modulo MH-RD (sensor de chuva) no pára-brisa do JEEP, com o objetivo de recuperar as informações coletadas e transmitidas pelo Arduíno para a aplicação. Na primeira foto da (Figura 9), o vidro está seco e no aplicativo foi apresentado a informação de "Sem Chuva". Na segunda foto, ainda da imagem (Figura 9), foi derramado um pouco de água no vidro para simular uma chuva, e a informação "Chuva mediana" foi a informação recebida, pela quantidade de água que chegou ao sensor.



Figura 9 – Teste realizado com o sensor de chuva

4.2.2 Experimento 2

No segundo experimento, foi feita a instalação do módulo HC-SR04 (sensor de distância) na traseira do JEEP, para que fosse possível receber a distância do objeto mais próximo, simulando um estacionamento, em que é necessário o condutor usar a marcha ré.

Na primeira foto da imagem (Figura 10), os pesquisadores estavam a cerca de 1m de onde o sensor foi instalado, e na aplicação obtida a informação de que a distância era de 101cm. Na segunda foto da imagem (Figura 10), uma agenda foi aproximada para perto do sensor, simulando qualquer objeto atrás do carro, e a informação que foi recebida no aplicativo foi de que a distância era de 23cm.

Com essas informações, o experimento foi válido, pois se o desejo do motorista fosse estacionar, seria viável conseguir obter a informação exata da distância do objeto que foi posto atrás do carro.



Figura 10 – Teste realizado com o sensor de distância

4.2.3 Experimento 3

O terceiro teste realizado, foi instalado o módulo DS18B20 (sensor de temperatura), no motor e no radiador do Jeep. Com esse sensor conseguimos capturar de forma precisa qual a temperatura do veículo, assim torna-se possível a prevenção de um superaquecimento do componente, podendo acarretar problemas mais graves para o veículo.

Na imagem (Figura 11), podemos notar onde foi inserido o sensor no motor e os valores referentes a cada componente pela aplicação "IV2C".

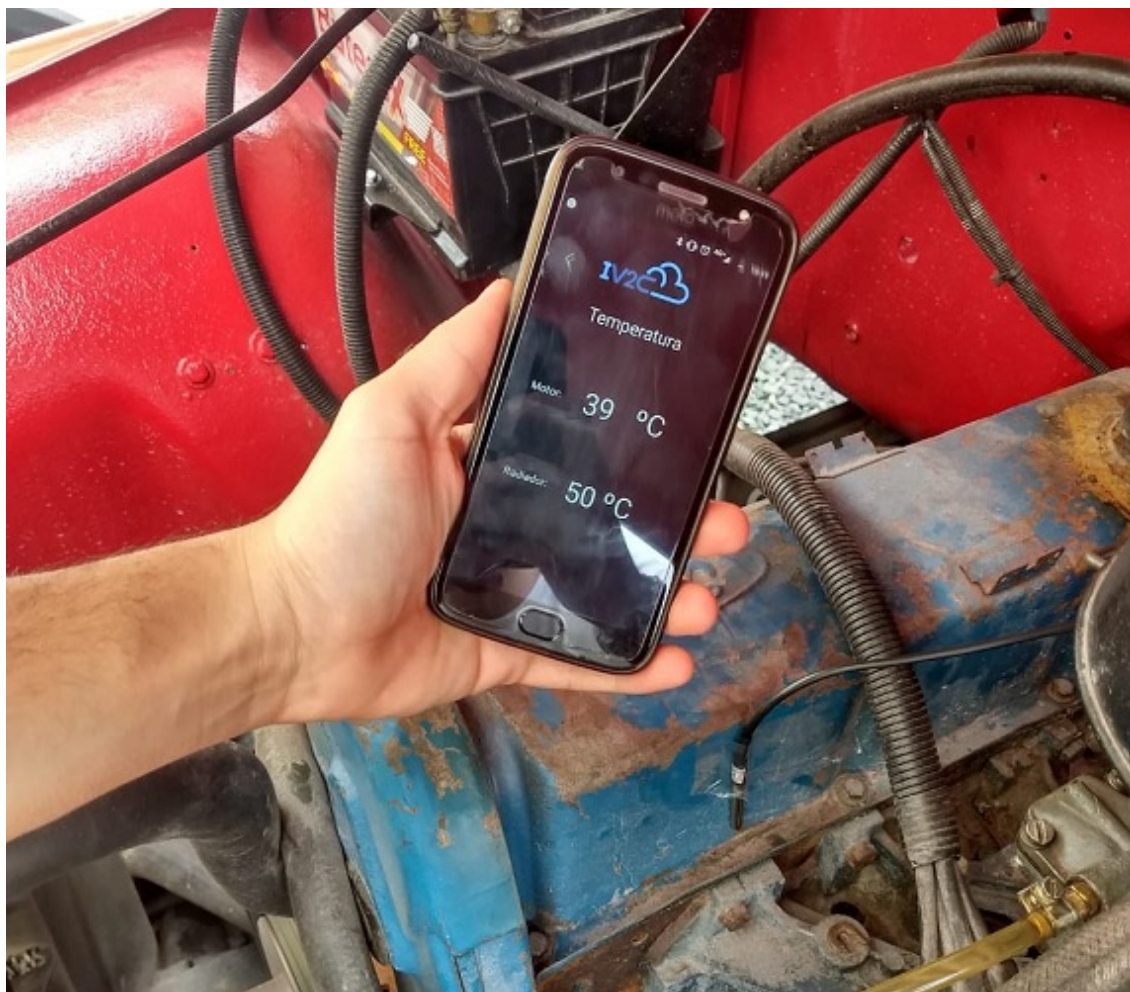


Figura 11 – Teste realizado com o sensor de temperatura

4.2.4 Experimento 4

O quarto experimento foi utilizando a câmera Intelbras IC3 (INTELBRAS, 2018), com o objetivo de realizar a monitoração do ambiente utilizando a plataforma *Zoneminder*.

Fizemos a instalação e configuração de tal equipamento, e acessamos as imagens através do computador pessoal. A imagem abaixo (Figura 12), mostra o monitoramento da câmera instalada no carro juntamente com a gravação dos eventos de movimentação detectados.

Para os próximos passos, serão realizadas pesquisas para encontrar maneiras de acesar esta solução diretamente da aplicação "IV2C".

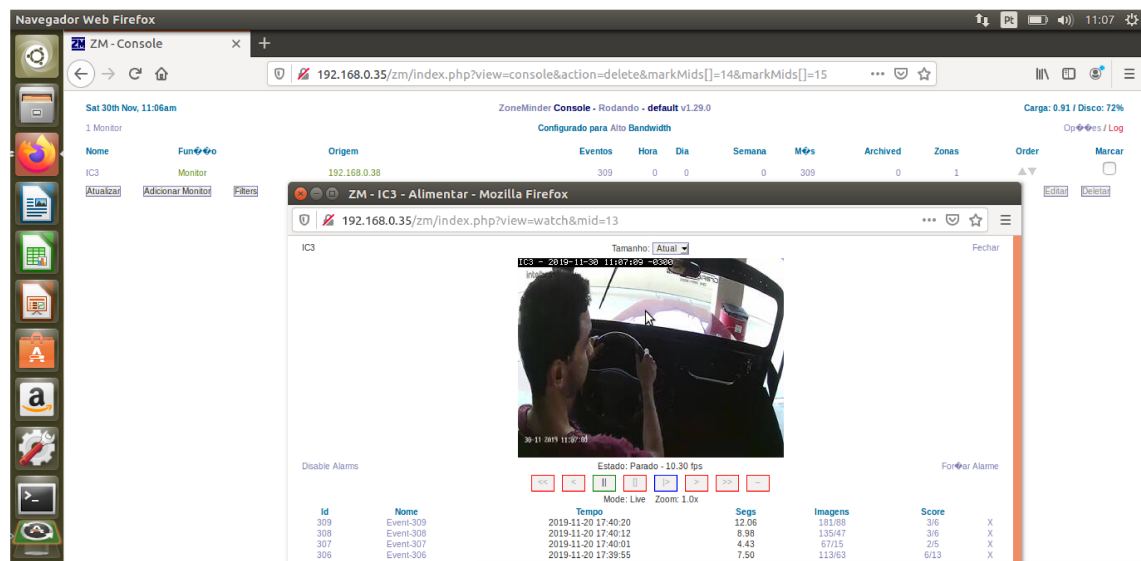


Figura 12 – Teste realizado com a câmera IC3 e servidor Zoneminder

4.3 Avaliação dos Resultados

Para apresentação da Poc desenvolvida neste projeto, um computador de bordo, foram selecionadas algumas telas da aplicação IV2C (Figura 13), com o intuito de mostrar o fluxo necessário, para que o usuário consiga acessar às informações dos sensores.

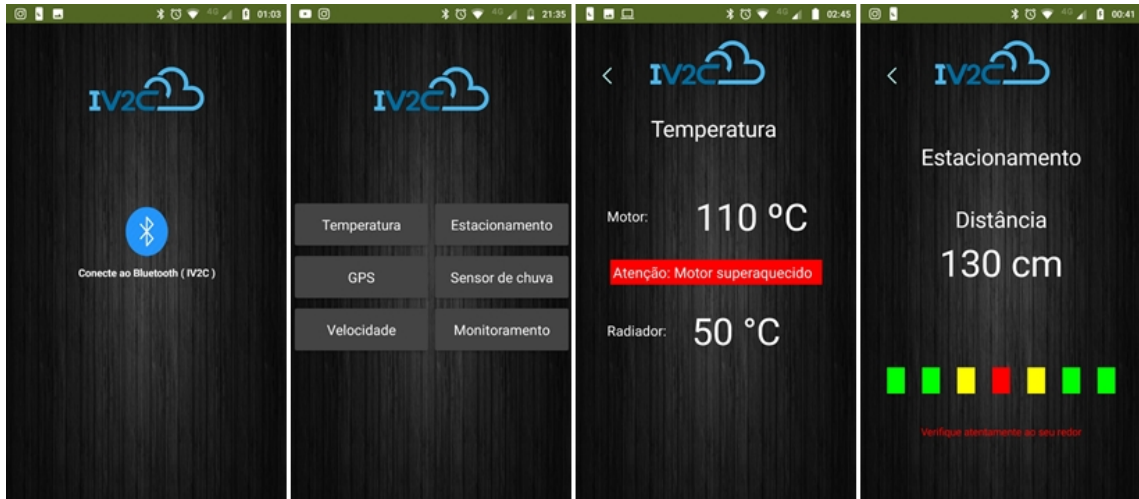


Figura 13 – Telas do aplicativo IV2C

A primeira tela informa a necessidade de estabelecer uma conexão via *Bluetooth* com o dispositivo de nome “IV2C”. Assim que a conexão for bem sucedida, a aplicação será redirecionada para a página principal, onde apresentará botões com os nomes das funcionalidades contratadas pelo cliente.

Ao clicar na opção “Temperatura”, o aplicativo abrirá a página correspondente que mostrará em tempo real de todos os sensores instalados no veículo dessa categoria - podendo ser mais de um - de acordo com o plano adquirido. Caso algum dos sensores ultrapasse o limite de temperatura, uma notificação aparecerá no visor do *smartphone*, alertando o condutor com o nome do componente que está ocorrendo o superaquecimento.

Na tela de "Estacionamento" é apresentada duas informações (distância e sinalizadores). Para a distância a informação é apresentada em centímetros, quanto que para os sinalizadores a informação é visual.

Caso a distância mostrada esteja com valor superior a 200cm, aparecerá sinalizadores verdes, indicando que o objeto está distante do veículo. Se a distância estiver no intervalo de 70cm e 200cm, será apresentado sinalizadores amarelos, informando uma distância onde deve-se ter atenção. Porém se a distância estiver abaixo de 70cm, os sinalizadores serão vermelhos, indicando que o obstáculo está próximo de uma possível colisão. Com essas informações conseguiremos entregar mais conforto ao condutor, para que ele possa realizar o estacionamento do seu veículo com mais segurança e tranquilidade.

Conclusão

5.1 Principais Contribuições

Ao final do projeto foi implementada uma aplicação *mobile* voltada ao comércio automobilístico com o objetivo de entregar ao consumidor final mais segurança, conforto e satisfação ao dirigir seu automóvel no dia a dia.

O conteúdo deste estudo é de muita importância para todos os desenvolvedores e pesquisadores que possuem interesse em ampliar seus conhecimentos acadêmicos e práticos na área da tecnologia, pois o mesmo mostra todo o desenvolvimento de uma aplicação fim a fim, desde a conexão e configuração de um sensor com o Arduino, quanto a criação de uma aplicação *mobile* e a comunicação entre ambas as partes.

O projeto entrega também uma nova perspectiva de mercado, um modelo de negócio inovador em que possibilita a atualização de ambientes tecnológicos que ficaram desatualizados com o tempo.

Com base neste artigo, é possível expandir o leque de possibilidades, para a criação de uma aplicação de automação residencial, onde os sensores de presença, chuva e as câmeras entre vários outros, poderão ser instalados em casas com o propósito de proporcionar um serviço de segurança e conforto para os moradores.

5.2 Trabalhos Futuros

Para a continuação deste projeto, será considerado o aperfeiçoamento das técnicas utilizadas e a integração de novas funcionalidades, tendo em vista entregar uma experiência melhor para o cliente. Tais como, melhorar o *layout* da aplicação de forma a torná-la mais amigável para o usuário, promover a expansão de sensores utilizados no projeto, como sensores de velocidade, sensores de travamento e destravamento de portas por distância, sensor de volume (combustível, água), inclusão de um módulo GPS, estabelecer uma comunicação *wireless* com uma tecnologia eficiente, com o intuito de acessar as informações de um ambiente remoto.

Será considerado o armazenamento das informações coletadas em tempo real do veículo, em uma base de dados hospedado na internet, para que seja possível analisar e comparar os dados referentes às viagens realizadas pelo usuário.

Com base nas informações enviadas dos sensores é possível desenvolver algumas ações para o automóvel executar, como por exemplo, o sensor de chuva. Este fornece dados que identifica se está chovendo ou até mesmo a intensidade da chuva, e com essa informação em mãos é interessante ligar os limpadores de para-brisa com a velocidade necessária para que a chuva não interfira na condução do motorista. Outro exemplo que poderá ser abordado nos próximos passos desse projeto é o controle dos faróis dos veículos, que dada a informação através de um sensor de luminosidade, poderá ascender ou apagar os faróis de acordo com a iluminação do ambiente.

Essas melhorias propostas têm como objetivo tornar o produto mais atrativo comercialmente.

Referências

AUTOPAPO. Venda de carros usados apresenta crescimento no brasil. 2019. Disponível em: <<https://autopapo.com.br/noticia/venda-carros-usados-brasil-alta/>>. Acesso em: 18 nov. 2019. Citado na página 12.

BARRETO, F. M. et al. Coap-ctx: Extensão sensível ao contexto para descoberta de objetos inteligentes em internet das coisas. SBC, 2017. Disponível em: <<https://ojs.sbc.org.br/index.php/sbrc/article/view/2629>>. Acesso em: 04 dez. 2019. Citado na página 11.

CODEMOBILES. Sensor de umidade do pingo de chuva módulo de pingo de chuva. 2017. Disponível em: <<http://www.arduino.codemobiles.com/product/226>>. Acesso em: 4 dez. 2019. Citado 2 vezes nas páginas 6 e 25.

COPILLOT. Copilot is a raspberry pi powered automotive infotainment system. 2017. Disponível em: <<https://joelzeller.wixsite.com/copilot>>. Acesso em: 02 nov. 2019. Citado 3 vezes nas páginas 6, 17 e 18.

ESTADÃO. 140 anos: Automóvel. Estadão, 2015. Disponível em: <<https://infograficos.estadao.com.br/especiais/estadao-140-anos/automovel/>>. Acesso em: 04 dez. 2019. Citado na página 11.

FABACADEMY. Pesquisa de rede e comunicações. 2018. Disponível em: <<http://archive.fabacademy.org/2018/labs/fablabopendot/students/massimiliano-dangelo/exercise13.html>>. Acesso em: 4 dez. 2019. Citado 2 vezes nas páginas 6 e 28.

IBPT. Real frota circulante no brasil É de 65,8 milhões de veículos, indica estudo. 2018. Disponível em: <<https://ibpt.com.br/noticia/2640/REAL-FROTA-CIRCULANTE-NO-BRASIL-E-DE-65-8-MILHOES-DE-VEICULOS-INDICA-EST>>. Acesso em: 18 nov. 2019. Citado na página 12.

INTELBRAS. Mibo ic3: Câmera interna wi-fi hd. 2018. Disponível em: <<https://www.intelbras.com/pt-br/camera-interna-wi-fi-hd-mibo-ic3>>. Acesso em: 18 nov. 2019. Citado na página 35.

MUNDODAELETRICA. O que são sensores e quais as suas aplicações? 2019. Disponível em: <<https://www.mundodaeletrica.com.br/o-que-sao-sensores-e-quais-as-suas-aplicacoes/>>. Acesso em: 02 nov. 2019. Citado na página 24.

- NAUGHTON, K. A corrida para comercializar o carro conectado. 2014. Disponível em: <<https://www.autonews.com/article/20140110/OEM06/301109910/the-race-to-market-the-connected-car>>. Acesso em: 27 nov. 2019. Citado na página 16.
- OLIVEIRA, L. H. de; HENRIQUE, B. Motorista se distrai ao mexer em som de carro e causa grave acidente no reboças. 2014. Disponível em: <<https://www.bandab.com.br/geral/motorista-se-distrai-ao-mexer-em-som-de-carro-e-causa-grave-acidente-reboucas/>>. Acesso em: 18 nov. 2019. Citado na página 16.
- PERKINS, A. et al. On-board vehicle diagnostics in the cloud. 2013. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/obdinthecloud/>>. Acesso em: 2 nov. 2019. Citado na página 19.
- PORTELA, R. Motorista de fusca se distrai com som e fica inconsciente ao colidir em carro parado. 2016. Disponível em: <<https://www.midiamax.com.br/policia/transito/2016/motorista-de-fusca-se-distrai-com-som-e-fica-inconsciente-ao-colidir-em-carro-parado>>. Acesso em: 18 nov. 2019. Citado na página 16.
- PRESS, G. Internet das coisas pelos números: estimativas e previsões de mercado. 2014. Disponível em: <<https://www.forbes.com/sites/gilpress/2014/08/22/internet-of-things-by-the-numbers-market-estimates-and-forecasts/#7ba96e5b9194>>. Acesso em: 27 nov. 2019. Citado na página 16.
- RANGARAJAN, S. et al. V2c: A secure vehicle to cloud framework for virtualized and on-demand service provisioning. **ACM International Conference Proceeding Series**, 08 2012. Citado na página 17.
- REIS, F. O que são sensores. 2018. Disponível em: <<http://www.bosontreinamentos.com.br/eletronica/curso-de-eletronica/o-que-sao-sensores/>>. Acesso em: 30 out. 2019. Citado na página 24.
- SANTOS, B. P. et al. Internet das coisas: da teoria à prática. 2016. Disponível em: <<https://homepages.dcc.ufmg.br/~mmvieira/cc/papers/internet-das-coisas.pdf>>. Acesso em: 27 nov. 2019. Citado na página 16.
- SINGER, T. Casas, carros e cidades inteligentes: um estudo do enquadramento midiático da internet das coisas. **Revista GEMInIS**, v. 4, n. 2, p. 57–74, dez. 2013. Disponível em: <<http://www.revistageminis.ufscar.br/index.php/geminis/article/view/145>>. Citado na página 11.
- TECH, C. O que é arduino? 2019. Disponível em: <<https://canaltech.com.br/hardware/o-que-e-arduino/>>. Acesso em: 18 nov. 2019. Citado na página 24.
- THOMSEN, A. Como conectar o sensor ultrassônico hc-sr04 ao arduino. 2011. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/blog/sensor-ultrassonico-hc-sr04-ao-arduino/>>. Acesso em: 4 dez. 2019. Citado 2 vezes nas páginas 6 e 26.
- TODOS, B. D.-I. I. T. para. Elm 327 obd2: tire suas dúvidas. 2013. Disponível em: <<https://www.doutorie.com.br/blog/elm-327-obd/>>. Acesso em: 18 nov. 2019. Citado na página 18.

TORRES, D.; RUBI, J. Saiba como a tecnologia obd faz o diagnóstico mecânico do seu carro. 2017. Disponível em: <<https://br.blastingnews.com/carros-motores/2017/11/saiba-como-a-tecnologia-obd-faz-o-diagnostico-mecanico-do-seu-carro-002110025.html>>. Acesso em: 18 nov. 2019. Citado na página 17.

TUTORIALS, R. N. Guide for ds18b20 temperature sensor with arduino. 2016. Disponível em: <<https://randomnerdtutorials.com/guide-for-ds18b20-temperature-sensor-with-arduino/>>. Acesso em: 4 dez. 2019. Citado 2 vezes nas páginas 6 e 27.

Apêndices

APÊNDICE **A**

Código Fonte

Código desenvolvido para a aplicação IV2C, com o objetivo de coletar informações provenientes dos sensores de chuva, temperatura e distância.

A.1 Sensores (Chuva, Temperatura e Distância)

```
#include <NewPing.h>
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>

// SENSOR DE DISTANCIA
#define TRIGGER_PIN 10
#define ECHO_PIN 11
#define MAX_DISTANCE 300

NewPing sonar(TRIGGER_PIN, ECHO_PIN, MAX_DISTANCE);

// SENSOR DE CHUVA
#define pinSensorA A0
#define pinSensorD 8

// SENSOR DE TEMPERATURA
#define TEMP_PIN 2
OneWire oneWire(TEMP_PIN);
DallasTemperature sensorTemp(&oneWire);

// VARIAVEIS PARA AUXILIAR NA THREAD
#define pingSpeedDist 500
int lastExecutedDist = 0;
```

```
#define pingSpeedRain 300
int lastExecuteRain = 0;

//Variáveis globais
int infoRain = 0;
int sendDist = 0;
int sendTempC = 0;

String stateRain = "";

void setup() {
    Serial.begin(9600);
    sensorTemp.begin();
}

int echoCheck() {
    if (sonar.check_timer()) {
        sendDist = (sonar.ping_result / US_ROUNDTRIP_CM);
        return sendDist;
    }
}

int tempCheck() {
    sensorTemp.requestTemperatures();
    sendTempC = sensorTemp.getTempCByIndex(0);
}

int rainCheck(){
    infoRain = analogRead(pinSensorA);
    if (infoRain > 700) {
        stateRain = "Sem Chuva";
    }else if(infoRain < 700 && infoRain >= 500) {
        stateRain = "Chuva Fraca";
    }else if(infoRain < 499 && infoRain > 250) {
        stateRain = "Chuva Mediana";
    }else if(infoRain < 249) {
        stateRain = "Chuva Forte";
    }
}
```

```
    }
    lastExecuteRain = millis();
}

void loop() {
    int maillis = millis();
    if ((maillis - lastExecuteDist) >= (pingSpeedDist)) {
        sonar.ping_timer(echoCheck);
        lastExecuteDist = millis();
    }
    if ((maillis - lastExecuteRain) >= (pingSpeedRain)) {
        rainCheck();
    }
    tempCheck();

    Serial.println(stateRain);
    Serial.println("|");
    Serial.println(sendDist);
    Serial.println("|");
    Serial.println(sendTempC);
    delay(700);
}
```